

**VERSLAG
WORKSHOP NORMONTWIKKELING:
HARMONISATIE EN DIFFERENTIATIE**

1 DECEMBER 2000

L.A.H. Machielse (editor)

Verantwoording

De workshop is gehouden en dit rapport is opgesteld in het kader van het ECN project 7.4090 “Normontwikkeling Windenergie 2000”. Dit project is gedeeltelijk ondersteund door Novem BV (project nummer 224.312-9914).

De samensteller bedankt Lucia Bakker van Buro NETwerk v.o.f. voor haar bijdrage aan de organisatie en de verslaggeving van de workshop en de volgende personen voor hun bijdragen aan de workshop en dit verslag:

A.W.P.M. Curvers (ECN)
H.B. Hendriks (ECN)
F.J. Van Hulle (ECN)
J. Knijp (KEMA T&D Power)
S.G.M. Ramakers (ECN)
K.J. Schuring (Lagerwey de Windmaster)
W.J. Stam (CIWI)

Abstract

This document reports about the workshop “Development of Standards: Harmonisation and Differentiation” (“Normontwikkeling: Harmonisatie en Differentiatie”) which was held on December 1, 2000 in Maarssen, the Netherlands.

The objectives of the workshop were twofold:

- To provide information on the (inter)national development of standards for wind turbines to users and members of standardisation committees
- To offer a forum for discussion and the forming of opinions regarding these developments

The workshop was attended by representatives of the Dutch manufacturers, utilities, consultants, governmental bodies, insurance and financing companies, research institutions and the Dutch standardisation committee, in total 39 representatives of 25 organisations.

After the presentation of an overview of the international standardisation activities in the IEC and CENELEC committees, the following actual items have been addressed:

- the shortcomings in the declaration of the sound power level of wind turbines based on a single measurement according to the existing standard and the recommendations from the European DESPOT project for improvement of the reliability of the declared value.
- the possible effects of lightning on wind turbines, the different protection zones that are identified in standards for electrical installations and the protective measures that can be taken.
- the important role of the anemometry in the prediction and measurement of the power performance of wind turbines, either solitary placed or in farms or in complex terrain and the possible uncertainty in the power output resulting from the use of different anemometers.
- the power quality requirements for grid connected turbines, the parameters that influence power quality, how power quality is measured and the assessed and which trends might be expected in the changing electricity market and infrastructure.
- the differences between design criteria for land situated and offshore wind turbines, the plans for the development of international standards for the design of offshore wind turbines and the relation with the activities in the EU project RECOFF

In addition the background and consequences of the closing down of the activities of CIWI (Dutch Certification Body) have been addressed together with the plans for the development of standards for offshore wind turbines.

Keywords

Wind turbine
International Standards
IEC
CENELEC
NEC 88
Acoustic noise
Lightning protection
Power performance
Power quality
Offshore
Certification

Samenvatting

Dit rapport bevat het verslag van de workshop “Normontwikkeling: “Harmonisatie en Differentiatie” die op 1 december 2000 werd gehouden in Maarssen.

De doelen van de workshop waren:

- Het leveren van informatie over de (inter)nationale ontwikkeling van normen voor wind turbines aan gebruikers en leden van normencommissies.
- Het leveren van een forum voor discussie en voor meningsvorming over deze ontwikkelingen.

De workshop is bijgewoond door vertegenwoordigers van de Nederlandse fabrikanten, elektriciteitsbedrijven, ingenieursbureaus, overheden, verzekerings- en financieringsmaatschappijen, onderzoeksinstituten en de nationale normcommissie, totaal 39 vertegenwoordigers van 25 bedrijven.

Na de presentatie van een overzicht van de internationale normactiviteiten in IEC en CENELEC verband zijn onderstaande actuele onderwerpen behandeld:

- de tekortkomingen bij het vaststellen van het brongeluid van een windturbine uit een enkele meting volgens de bestaande norm en de aanbevelingen uit het Europese project DESPOT om tot een betrouwbaardere waarde te komen.
- de mogelijke effecten van bliksem op een windturbine, de verschillende beveiligingszones die in de normen voor elektrische apparatuur worden onderscheiden en de beschermende maatregelen die kunnen worden genomen.
- de belangrijke rol van de windsnelheidsmeting bij het voorspellen en meten van de prestaties van windturbines zowel solitair opgesteld als in een park of in complex terrein en de mogelijke onzekerheden die voortkomen uit het gebruik van verschillende windsnelheidsmeters.
- de eisen voor vermogenskwaliteit van netgekoppelde wind turbines de parameters die de vermogenskwaliteit beïnvloeden, het meten en beoordelen van de vermogenskwaliteit en de trends die verwacht mogen worden in de veranderende elektriciteitsmarkt en infrastructuur.
- de verschillen tussen de ontwerpcriteria voor op land en offshore geplaatste windturbines, de plannen voor de ontwikkeling van internationale normen voor offshore wind turbines en het verband met de activiteiten in het Europese RECOFF project.

Verder zijn de achtergronden en consequenties van het stoppen van de CIWI certificatie werkzaamheden toegelicht en de plannen voor de ontwikkeling van offshore normen gepresenteerd.

INHOUDSOPGAVE

1.	WELKOM	6
2.	INLEIDING	7
3.	OVERZICHT NATIONALE EN INTERNATIONALE NORMONTWIKKELING	8
4.	BRONSTERKTE EN TONALITEIT VAN WINDTURBINES	15
5.	BLIKSEMBESCHERMING VAN WINDTURBINES EN –SYSTEMEN	18
6.	POWER PERFORMANCE METINGEN	26
7.	WINDENERGIE EN NETKWALITEIT. EEN NETTE INPASSING VAN WINDTURBINES: VERLEDEN, HEDEN EN TOEKOMST	33
8.	CIWI CERTIFICATIE	42
9.	ONTWERPCRITERIA VOOR OFFSHORE WINDTURBINES	45
10.	DISCUSSIE	52
11.	AFSLUITING WORKSHOP	52
12.	LIJST VAN AFKORTINGEN	53
13.	BIJLAGEN	54
	Bijlage 1. Programma van de workshop	54
	Bijlage 2. Lijst van deelnemers	55
	Bijlage 3. Declaration of sound power level and tonality values of wind turbines	57

1. WELKOM

Leo Machielse verwelkomt namens ECN alle aanwezigen en memoreert dat sinds jaar en dag bedrijfsleven en instituten betrokken zijn bij de ontwikkeling van normen voor windmolens op zowel nationaal en internationaal gebied.

Deze activiteiten worden ondersteund door NOVEM. Aan deze steun is de verplichting gekoppeld jaarlijks een workshop te organiseren, waarin informatie wordt verstrekt over de normactiviteiten en die tevens dient als forum voor discussie over de ontwikkelingen en aanpassing van de normen. De laatste workshop dateert van twee jaar leden en de inleidingen van vandaag (zie bijlage 1 voor het programma) zijn dan ook een verslag over de afgelopen twee jaar.

Over het thema: harmonisatie en differentiatie. Harmonisatie is vanzelfsprekend voor normenwerk, differentiatie is om aan te geven dat o.a. door de ambitieuze toekomstplannen, met name op het offshore gebied, de behoefte om via normen kwaliteit en internationale uitwisseling te garanderen wordt uitgebreid.

2. INLEIDING

Daarna heet de dagvoorzitter, Klaas Schuring, de aanwezigen welkom. Er is -net als twee jaar geleden- ook nu weer sprake van een dubbele doelstelling. Enerzijds het geven van uitleg over hoe het op dit moment met de normen is gesteld is en anderzijds om daarover met elkaar van gedachten te wisselen om er zeker van te zijn dat het werk van de commissie aansluit bij het werkveld.

Hij haalt Professor Ruud Lubbers aan, die op 30 november de Dow Energie-prijs aan Lagerwey heeft uitgereikt en daarmee de windenergie in het zonnetje zette. De overheid begint vaak met normen vanwege de veiligheid, maar een volwassen wordende industrie moet vervolgens de normontwikkeling zelf oppakken en een normenstelsel ontwikkelen, waardoor de acceptatie –in dit geval van windenergie- verder wordt verbeterd.

De acceptatiegraad in Nederland is ons bekend en het is van belang dat wij op een zodanige manier aan normen werken dat die acceptatiegraad verder wordt verhoogd.

Naast de eerste norm -de moedernorm voor de veiligheid- zijn er nog enkele normen aan de orde: geluid, power quality en bliksembeveiliging. De eerste twee hebben veel te maken met het accepteren van windturbines. Bij de offshore-norm moeten we op dezelfde manier als bij de andere normen de verschillende fases doormaken. Er wordt gestart met het punt van veiligheid, maar daarna is een verdere ontwikkeling nodig, waardoor de acceptatiegraad in de maatschappij en de profilering van bedrijven op de voorgrond komt te staan in plaats van de veiligheid. Dat laatste is een randvoorwaarde. Dit is de uitdaging voor deze workshop.

3. OVERZICHT NATIONALE EN INTERNATIONALE NORMONTWIKKELING

Door Frans van Hulle, ECN

Het leven van een windturbine

Het zware leven van een windturbine

- Heftigste stormen en bliksems trotseren
- levenslang energie leveren, toonloos en in stilte
- zonder net te bevuilen
- zichzelf energetisch en financieel razend snel terugverdienen
- de baas rijk maken
- beschimpt, valselijk beschuldigd en bespot worden door milieuprofeten

Workshop Normontwikkeling windenergie, 1 december 2000

Om te controleren of turbines de eerste drie genoemde zaken redelijk weerstaan, is er een stelsel van normen gemaakt of in ontwikkeling. In deze inleiding ga ik in op de ontwikkeling van de normen, maar niet op de implementatie-effecten.

De hoofdcomponenten van het stelsel zijn normen in het kader van IEC en CEN/CENELEC. Laatstgenoemden zijn Europese normen. In Nederland bemoeit NEC88 zich daarmee. Met behulp van Aad van der Giessen (secretaris NEC88) heb ik mijn informatie geactualiseerd.

In het normenstelsel is alles eigenlijk ontstaan vanuit IEC met inbreng van enige nationale normen. Vanuit IEC is er een doorstroming naar het Europese CENELEC-circuit, geregeld via parallel voting. Verder is er binnen CENELEC een mechanisme, waardoor een norm verheven kan worden tot een Europese norm. En daarnaast zijn er andere wettelijke mechanismen om de Europese normen verplicht van toepassing te verklaren op nationaal niveau. Daarop kom ik later terug.

IEC

Allereerst iets over het IEC. Het is een in Geneve gevestigd instituut en staat voor International Electrotechnical Committee en is een tegenhanger van de ISO. Indertijd is besloten dat IEC die normen voor windturbines maakt. De interessante website van IEC biedt de mogelijkheid om documenten te downloaden (www.iec.ch)

Windenergie is binnen het werk van IEC maar een klein onderdeel; men maakt over allerlei zaken normen. Verder is er een brochure beschikbaar over normen voor zonne-energie, windenergie en waterkracht. Ook deze zijn te vinden op de website.

IEC TC88 projecten

De IEC heeft een TC88 (Technical Committee) ingesteld. In de hierna volgende sheet staan drie categorieën projecten, die betrekking hebben op windenergienormen:

IEC TC88 Projecten		
• SAFETY	Wind turbines	> 40 m ²
	small wind turbines	< 40 m ²
	offshore wind turbines	
• TESTS	acoustic noise measurements	
	performance measurements	
	mechanical load measurements	
	wind turbine blade tests	
	power quality	
• OTHER	wind turbine certification systems	
	lightning protection	

Workshop Normontwikkeling windenergie, 1 december 2000

De werkwijze

Binnen TC88 functioneren tien werkgroepen. Er zijn twee soorten werkgroepen: werkgroepen waarvan de naam begint met WG (working group) en werkgroepen met de naam MT (maintenance team). Een WG werkt aan een nieuw document (of een nieuw item); een MT werkt aan een revisie. De nummering van de werkgroepen komt -in tegenstelling tot vroeger- overeen met het nummer van de norm of het project.

In de hierna volgende tabel staan de onderwerpen vermeld, de betreffende Convenor en de Nederlandse deelnemers.

Werkgroepen van TC88			
Werkgroep Commissie	Onderwerp	Convenor	Nederlandse deelnemer(s)
TC88	Technical Committee	UK (Peter Simpson) Secretary: Aat van der Giessen	W. Stam (CIWI) K. Schuring
MT01	Revision 61400-1	DK (P. H. Madsen)	Ben Hendriks (ECN)
MT02	Revision 61400-2	USA (C. Hansen)	P. Soullie (ECN)
WG03	Offshore wind turbines	UK (D. Quarton)	Ben Hendriks (ECN)
MT11	Acoustic Noise Measurements	D (Helmut Klug)	ECN
MT12	Power performance measurements	DK (TF Pedersen)	A. Curvers (ECN)
WG13	Mechanical load measurements	NL (F. Van Hulle)	N. van der Borg (ECN)
WG21	Power quality	DK (Tande)	J. Knijp (Kema)
WG22	Certification systems	DK (P. Hauge Madsen)	W. Stam (ECN)
WG23	Full scale structural Blade tests	NL (D. van Delft)	J. Olthoff (Rotorline), B. Bulder (ECN)
PT24	Lightning protection for wind turbines	DK (P. Christiansen)	S. Ramakers (ECN)

Workshop Normontwikkeling windenergie, 1 december 2000

Nederland is in alle expertgroepen vertegenwoordigd en heeft van een aantal groepen het Convenorschap. Aad van der Giessen is secretaris van het nationale NEC88 en internationale IECTC88 circuit. Ik ben bijvoorbeeld Convenor van Mechanical Load Measurements en Don van Delft voor Full Scale Blade Tests.

Hierna een kort overzicht van de activiteiten op de verschillende gebieden en een overzicht van de documenten die zijn gepubliceerd en tot slot een overzicht van lopende ontwikkelingen.

TC88 projecten en publicaties op het gebied van Safety

**IEC : TC88 projecten en publicaties
safety / design requirements**

- Publicaties
 - Safety of wind turbines 61400-1 ed. 2 (1999)
 - Safety of small wt's 61400-2 ed. 1 (1994)
- Projecten

– update 61400-1	MT01
– update 61400-2	MT02
– offshore wind turbines	WG03

Workshop Normontwikkeling windenergie, 1 december 2000

TC88 projecten en publicaties op het gebied van Metingen en testen

**IEC : TC88 projecten en publicaties
metingen en testen (vervolg)**

Projecten

- revision “power performance testing”: MT12
 - 61400-121 grid connected wind turbines
 - 61400-122 wind farms
 - 61400-123 non grid connected wind turbines
 - 61400-124 individual wt's in wind farms / complex terrain
- revision “acoustic noise measurements” MT11
- power quality of grid connected wt's WG21
61400-21 CDV (2000)

Workshop Normontwikkeling windenergie, 1 december 2000

Mechanical Load Measurements staat niet in het bovenstaande overzicht en is ook geen norm als zodanig, maar wordt binnen IEC een Technical Specification genoemd. Vroeger heette dit een Technical Report. Het verschil met een norm is dat het een document is over een onderwerp waarover nog geen volledige consensus bestaat. Hij kan wel in een later stadium tot norm worden verheven en is ook zodanig vorm gegeven dat dit vrij eenvoudig kan gebeuren.

Het document wordt in januari 2001 gepubliceerd. Dit geldt ook voor full scale bladtesten; ook een Technical Specification (gereed voorjaar 2001).

TC88 projecten en publicaties: andere onderwerpen

IEC : TC88 projecten en publicaties Andere onderwerpen

- Publicaties
 - wind turbine certification systems :
CAB/235A/DV (voorheen 61400-22)
publicatie onder Conformity Assessment Board
- Projecten
 - lightning protection for wt's 61400-24
 - labour safety 61400-31
 - IEV: vocabulary i.s.m. TC1

Workshop Normontwikkeling windenergie, 1 december 2000

Aanvankelijk wilde men de norm over Certification Systems in de 61400 serie publiceren. Ging dat voorheen onder de vlag van IEC (61400, dit nummer voor windenergienormen kwam altijd terug), nu is besloten de norm uit te geven onder de Conformity Assessment Board van IEC, omdat hij daar volgens de logica van IEC beter past. Deze norm krijgt dus een ander nummer (CAB/235A/DV-voorheen 61400-22) en het document rolt eerdaags van de pers. Lopende projecten zijn verder nog: bliksembeveiliging en labour safety.

Veel projecten dus, o.a. de revisie van de norm voor vermogensmetingen. Deze norm is erg breed en onderverdeeld in vier delen. Het eerste deel betreft het updaten van het bestaande document (gewone turbines in ideale omstandigheden). Er komt een document over het meten van de power curve van een windfarm. Nummer 61400-123 gaat over de opbrengst van niet-netgekoppelde turbines en tot slot is er een onderdeel over het verifiëren van de vermogenscurve van individuele windturbines in windfarms of op complexe terreinen. Zie de inleiding van Toine Curvers.

Een ander project is de revisie van de norm voor geluidsmetingen (MT11) en er is een werkgroep bezig met een norm voor meting en beoordeling van de power quality van netgekoppelde turbines. Dit document is beschikbaar voor de stemronde. Op de afkortingen CD en CDV ga ik later in.

Stadia in ontwikkeling IEC-normen

Er zijn bepaalde stadia te onderscheiden in de ontwikkeling van de IEC normen. In de laatste kolom is de nominale doorlooptijd in maanden aangegeven.

1	proposal stage	NWP	-3
2	preparatory stage	preparation of WD (working draft)	0
3	committee stage	development and acceptance of CDV (committee draft for voting) CD document circulates for comments	12 24
4	enquiry stage	development and acceptance of FDIS (final draft International Standard) or Technical Specification CDV document circulates for 1 st voting (5 months)	36
5	approval stage	approval of FDIS FDIS document circulates for final voting (2 months)	
6	publication	international standard	48

Workshop Normontwikkeling windenergie, 1 december 2000

Stadia
in
ontwikkeling
IEC normen

In al deze fasen zitten de nodige tussenslagen, een document gaat nog eens terug naar een werkgroep of de commissie praat er nog eens over. Tussen de aftrap van de werkgroep en de publicatie zou niet meer dan 4 jaar mogen zitten, maar in de praktijk is dit gemiddeld 7 jaar.

Stand van zaken werkgroepen

In onderstaande tabel treft u een overzicht aan van de stand van zaken in de diverse groepen. De nummers in de eerste kolom refereren aan de verschillende stadia uit de voorgaande tabel.

	Safety of wind turbines	Safety of small wind turbines	Offshore wind turbines	Acoustic noise meas.	Power perf. meas.	Mech. load meas.	Power quality	Certifi- cation	Blade tests	Lightning protection
WG	MT01	MT02	WG03	MT11	MT12	WG13	WG21	WG22	WG23	PT24
start	1988	1992	2000	1992	1992	1996	1996	1995	1994	1999
2			• WD 2001-12		•					
3	• CD 2001-12	• CD ?		• CD vote closes 2000-12	121 122 123 124					
4							voting CDV closes 2000- 11			voting CDV closes 2000-11
5							• FDIS 2001- 06		• final editing ?	
6						•		•		
publ	61400-2 (1999)	61400-2 (1996)		61400- 11 (1998)	61400-12 (1998)	TS (2000)		CAB (2000)	TS (2001)	TS (2001)

Workshop Normontwikkeling windenergie, 1 december 2000

European Standards: CENELEC

Het produceren van windenergie-normen binnen Europa wordt gecoördineerd door een task force BTTF van CENELEC. Het voorstel is om van deze task force een TC te maken en haar op die manier meer bevoegdheden en armslag te geven. Het mandaat van BTTF is de productie van een set geharmoniseerde windturbinenormen voor de Europese gemeenschap, waarbij geharmoniseerd wil zeggen dat ze passen en toegepast kunnen worden binnen bestaande richtlijnen of directives van de EC. CENELEC gaat uit van ontwikkelingen binnen IEC en doet uitsluitend aanvullend werk om de normen te laten passen binnen Europese kaders.

Werkgroepen binnen BTTF/83-2

Naast de Task Force zijn er vijf werkgroepen:

Werkgroepen binnen BTTF/83-2

Werkgroep commissie	Onderwerp	Convenor	Nederlandse deelnemer
BTTF83-2	Task force	NL (P. Simpson) secretaris A. vander Giessen	W. Stam
WG1	Structural integrity	UK (P. Simpson)	-
WG2	Electrical matters	UK (P. Gardner)	E. Tap (KEMA)
WG3	Protective measures	NL (S. Ramakers)	S. Ramakers)
WG4	Acoustic noise	D (H. Klug)	N. van der Borg
WG9 ☺	Certification	DK	W. Stam

Workshop Normontwikkeling windenergie, 1 december 2000

Er zijn al enkele specifieke Europese documenten gepubliceerd:

Specifieke Europese documenten

- prEN 50308 : Wind turbine labour safety (wordt Protective Measures)
- EN 45510-5-3: Guide for procurement of power station equipment. Part 5-3: Wind turbines
- parallel goedgekeurde IEC documenten
- andere?

Workshop Normontwikkeling windenergie, 1 december 2000

Ten aanzien van de wettelijke status is het zo dat de normen nog niet formeel zijn aangemeld in het kader van de Europese richtlijnen. Formeel is er dus nog niets verplicht. Als een norm is aangemeld in het kader van een richtlijn, dan wordt de norm vermeld in de Journal die hoort bij die richtlijn. Deze actie moet nog plaatsvinden.

De van toepassing zijnde Europese richtlijnen voor windenergie zijn:

- de machine-richtlijn,
- de low-voltage richtlijn
- de EMC-richtlijn
- de Construction Products-richtlijn.

WT certificatie en Europese richtlijnen

De BTTF zal voorstellen het IEC-document over certificatie (CAB2035A) te laten publiceren als een norm op vrijwillige basis, zonder aanmelding in een specifieke richtlijn. Dit omdat er over certificatie in Europa al veel geregeld is en het niet zinvol is om voor windturbines daarvan af te wijken. Het valt eerder in het private dan in het publiekrechtelijk domein.

Ook kan gemeld worden, dat de Europese certificatie-instituten op dit moment bezig zijn de aanpak op elkaar af te stemmen op basis van het IEC-document. Dit gebeurt in het kader van het Europees Joule 3-project EWTC dat door ECN wordt gecoördineerd en een samenwerkingsproject is van DNV/Risø, Germanischer Lloyd Windenergie, CRES en ECN/CIWI Holland.

Windenergie-normontwikkeling in Nederland

In het kort iets over de Nederlandse situatie. Het formele kader is NEC88. De belangrijkste activiteit van NEC88 in het kader van de normontwikkeling is bijdragen aan het totstandkomen van de internationale norm en waar nodig nationale aanvullingen maken op internationale normen. Vanaf april 2000 moeten windturbines formeel voldoen aan de NVN11400/0.

Het belang van internationale normalisatie is groeiende. De documenten spelen in allerlei procedures een rol en het Europees circuit op het punt van nieuwe ontwikkelingen, zoals de offshore en geavanceerde metingen, komt langzaam op gang.

Vragen/opmerkingen

Waarom is er -naast de mondiale norm- nog een nationale norm nodig?

Frans Van Hulle: Enerzijds is het een historisch gegeven dat landen die met windenergie begonnen zijn, zoals Denemarken en Nederland, al snel een eigen norm hadden. Daarnaast maakt IEC -als een onafhankelijk instituut- normen, die ze niet verplichtend kan opleggen. Soms wordt een norm in een wet opgenomen, maar dat is niet altijd het geval. In Europa is er dus een wettelijk kader -de Europese richtlijnen- waarin verwezen wordt of verwezen kan worden naar de normen. Als een norm in het kader van een richtlijn is geïmplementeerd, is hij verplicht en gaat over de nationale norm heen. Zolang dat nog niet het geval is, zijn er nationale normen nodig.

Klaas Schuring vult aan dat NEC88 er naar streeft om alles wat nationaal als behoefte begint, zo snel mogelijk op IEC-niveau te tillen. Omgekeerd, als er op TC88/IEC-niveau een activiteit is die ook nationaal gewenst is, dan wordt alleen op IEC-niveau verder gewerkt.

Paul Soullie wijst erop dat de IEC-normen over zaken gaan waarover iedereen het eens is. De discussiepunten blijven erbuiten en die worden vervolgens vaak in de nationale norm verwerkt.

4. BRONSTERKTE EN TONALITEIT VAN WINDTURBINES

Door Toine Curvers, ECN

Ik wil beginnen met te zeggen dat dit eigenlijk het verhaal van Jeroen van Dam is; het is zijn werk. Hij zit echter voor een jaar bij NREL in Amerika. De inleiding gaat niet over geluidsmetingen, maar gaat over de resultaten van het EU-project DESPOT en hoe de resultaten hiervan in de normen worden opgenomen.

Doelstelling DESPOT-project

Geluid speelt een belangrijke rol bij de toepassing van windenergie. De doelstelling van het DESPOT-project luidde:

Workshop normontwikkeling 2000

DESPOT doelstelling

Opstellen van een procedure waarmee, op basis van metingen, een veilige waarde voor de bronsterkte (en tonaliteit) kan worden bepaald voor een *type* windturbine om te gebruiken bij vergunningverlening en berekening van geluid-immisie.

Deelnemers: DEWI, KTH (se), Delta Ac (dk), RES, CRES, ECN.

De bepaling van de bronsterkte bij windturbines gebeurt op dit moment door één meting aan één exemplaar; volgens IEC 61400-11; vaak aan het prototype van de turbine. Dat is een waarde met de nodige onzekerheid. Het resultaat van een recente meting is bijvoorbeeld een bronsterkte van 92 dB met 1,5 dB als standaarddeviatie.

Omwonenden vinden echter vaak dat de turbines meer geluid maken dan hen is voorgespiegeld en bij latere metingen bleek dit vaak te kloppen. Dit alles komt de acceptatie van windenergie niet ten goede.

DESPOT wil komen tot een meer betrouwbare definitie van bronsterkte op basis van metingen. Een enkele meting is te onbetrouwbaar. Het antwoord van de werkgroep is simpel: je moet het bepalen van de bronsterkte baseren op meerdere metingen. Die leiden tot een gemiddelde bronsterkte en daarbij tel je een bepaalde onzekerheidsfactor op. Die factor heeft te maken met de onzekerheden van de meting zelf en met de variatie in de productie van windturbines.

Binnen Europa is er een procedure uitgewerkt hoe die onzekerheidsfactor kan worden samengesteld op basis van enkele of meerdere metingen. Bij meerdere metingen wordt de factor vanzelfsprekend kleiner. Dit alles is te vinden in een CENELEC-document met daarin voorschriften hoe een en ander in de praktijk uitgevoerd kan worden.

Het is de bedoeling dat het document tot norm wordt verheven. Daarover is men het echter intern nog niet helemaal eens; het kan ook een Common Modification worden op het bestaande IEC-document. In ieder geval zullen er bij de vergunningverlening minder problemen voorkomen en daarmee wordt de acceptatie verbeterd. Het gevolg zal wel zijn, dat de bronwaardes iets zullen worden verhoogd, maar hopelijk verminderen daarmee de discussies bij de plaatsing van turbines.

De status van het project is dat de resultaten zowel nationaal als binnen Europa verspreid zijn onder alle belanghebbenden en dat BTTF een document heeft opgesteld dat -na enige aanpassingen- vrijwel gereed is om rond te sturen voor commentaar.

Wat is de status van de IEC 61400-11 norm?

Deze norm bestaat nog steeds en er is hieraan parallel gewerkt, omdat in de huidige norm een probleem zat over de meting van tonaliteit. In Nederland is dit aspect nog niet van heel groot belang, maar in Europees verband speelt dit onderwerp al wel een rol.

Kort gezegd betekent het dat een windturbine die een bepaalde toon produceert, zichtbaar in het frequentiespectrum, een straftoelage krijgt. De berekening van de straftoelage was een voortdurende bron van discussies en dat heeft men nu dus opgelost in de tweede editie van de norm IEC 61400-11, die nu voor commentaar is opengesteld.

Vragen/opmerkingen

Klaas Schuring vult aan dat deze document als doel hebben de discussie te beëindigen. Daarna volgt de discussie over het verlagen van het geluidsniveau in het algemeen, maar dat is meer een doelstelling van en een zorg voor de fabrikanten en bladfabrikanten.

Frans van Hulle vraagt hoe groot de kans is dat de Common Modification (aanpassen van de bronsterkte) opgenomen wordt in het IEC-document. Hoe is de stemming hierover binnen IEC?

Toine Curvers antwoordt dat DESPOT een Europees project is en dat het ook via het Europese circuit naar voren wordt gebracht. Hij kan zich voorstellen dat binnen IEC de Japanners en Amerikanen er problemen mee hebben en het moeilijk zullen accepteren.

Volgens *Wim Stam* is de kans groot dat het een Europees document blijft. Vaak is het zo dat als Europa voor is, de Amerikanen tegen zijn. En dat geldt ook voor Japan en Italië.

Toine Curvers wijst er tenslotte op dat als het Europees document wordt en dus een EN-norm, deze norm strenger is dan de IEC-norm.

De heer *Van de Borch tot Verwolde* denkt dat het voor sommige aanwezigen handig is de verhouding tussen Europa/Amerika toe te lichten.

Aad van der Giessen legt uit welke partijen deelnemen in TC88 en hoe de stemmingen verlopen. Er zijn 15 landen actief in TC88. Elke nationale commissie (elk land) heeft stemrecht (1 stem). IEC-normen zijn normen op basis van consensus. Er wordt lang naar een norm toegewerkt en daardoor is in de discussies de scherpte er meestal al vanaf.

In Europa loopt men wat voor op dit gebied. Het hier genoemde CENELEC-document is een stuk gereedschap en misschien wordt het uiteindelijk overgenomen.

Klaas Schuring wijst op het goede voorbeeld van de offshore groep. Een aantal landen was in eerste instantie tegen, waaronder Amerika. Maar door goed voorwerk van anderen is het gelukt de zaak op TC-niveau door te zetten.

Vraag: Zijn de resultaten van DESPOT voor de huidige vergunningverlening nu al van belang? Moet er al een marge worden aangenomen?

Toine Curvers: het document is nog geen praktijk. Het belang van verkopers is de afgegeven bronsterkte zo laag mogelijk te houden. Er moet een goede balans gezocht worden om latere problemen te voorkomen. Op dit moment worden er geluidsrapporten afgegeven waarin sprake is van een enkele meting en het is aan de fabrikant en exploitant zelf om te beoordelen of men dit anders wil aanpakken. Normen zijn geen wet, het zijn de mensen in de projecten die er mee om moeten gaan. De norm is een handvat.

De heer Van Feen geeft uitleg over de wettelijke waarde van de normen, gelet op o.a. de recente uitspraak van de Raad van State (*). De Europese regelgeving is vastgelegd in Europese “Directives”. Daarin staan essentiële eisen, producten moeten veilig zijn. Daaraan is een lijst van normen gekoppeld. Voldoet men aan die normen, dan voldoet men daarmee aan de eisen van de Europese richtlijnen. Het is de bedoeling dat de normen waarover we het nu hebben, gekoppeld worden aan die richtlijnen. Dit alles is nog steeds een Europees stelsel van normering en regelgeving.

Een manier om aan de richtlijn te voldoen, is dus voldoen aan de norm, maar het is nog steeds geen eis. Als je niet voldoet aan de norm, moet je het voldoen aan de richtlijn op een andere manier aantonen door bijvoorbeeld een technisch- en een meetrapport. Dat is in de praktijk meer werk dan gewoon voldoen aan de norm.

De Europese normen worden zonder wijziging in Nederland overgenomen door de NEN-normen. Op de Europese markt moet je altijd aan de NEN voldoen. Bij dit alles geldt dat je praat over de huidige stand der techniek. De huidige problemen (*) gaan over de Bouw- en Woningtoezichteisen (bouwvergunningen) van gemeenten, waarin men aanvullende eisen kan stellen.

Klaas Schuring vult aan dat een norm alleen maar een document is dat belanghebbende partijen met elkaar vastleggen. Een norm betekent niet automatisch wetskracht. Dat is afhankelijk van de vraag of partijen dit van toepassing verklaren door de norm als contractdocument op te nemen. De Raad van State heeft geen rare uitspraak gedaan. Als de rechter vindt dat in de vergunning iets staat dat nergens terug te vinden is, dan is het logisch dat hij zegt dat er iets niet klopt.

Zie ook Bijlage 2: Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines

(*) Noot

In een recente uitspraak van de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (ABRvS) werd een verstrekte milieuvergunning voor een windturbinepark in de gemeente Wester Koggeland vernietigd. Deze vergunning schreef voor dat de turbines moesten voldoen aan NEN 6096/2, “een door NNI uitgegeven **norm**”. De ABRvS constateert terecht dat NNI een dergelijke norm nooit heeft uitgebracht.

Wel bestaat er een NNI-norm NEN6096. De ABRvS constateerde dat aan laatstgenoemde norm niet is voldaan. Die is echter gebaseerd op sterk verouderde informatie anno 1985 en is nooit toegepast. Voor turbines met een rotordiameter groter dan 20 m (!) vereist deze norm een veiligheidsanalyse.

Het document NEN 6096/2 is in feite een **voorontwerp** norm van de normcommissie voor windturbines NEC88. Deze voorontwerpnorm is de afgelopen jaren steeds gebruikt voor het ontwerpen en certificeren van windturbines en wordt ook genoemd in de financiële ondersteuningsregelingen voor windturbines.

Meer informatie is te vinden in het blad Duurzame Energie, december 2000.

5. BLIKSEMBESCHERMING VAN WINDTURBINES EN – SYSTEMEN

Door Servaas Ramakers, ECN

Inleiding

Het projectteam van IEC over dit onderwerp is twee jaar geleden gestart, omdat Denemarken IEC vroeg de problemen van blikseminslag bij windturbines te inventariseren. Er werden problemen voorzien door de steeds groter wordende turbines en door de verminderde bereikbaarheid van turbines bij de offshore projecten.

Aan het projectteam doen de volgende instituten mee: DEFU, ELSAM, UMIST, UNBW, ISET, NREL, McNLI, Vattenfall en tot slot ECN, waarvan ik de vertegenwoordiger ben.

Opdracht van het projectteam

De opdracht was te inventariseren wat bliksem doet met turbines. Zijn de bestaande normen voor bescherming toepasbaar? Wat is er zoal gebeurd bij oude en nieuwe turbines? Kunnen we een risicoanalyse uitvoeren om de investering af te wegen tegen het bereikte beschermingsniveau? Welke beschermingstechnieken zijn er voor de rotor, de draaiende delen, voor de elektrische installaties en voor het personeel?

Het antwoord op al deze vragen moest in een Technical Report komen met daarin ook de voor verder onderzoek in aanmerking komende punten. Dit Technical Report heet dus nu volgens Frans Van Hulle een Technical Specification.

Wat is bliksem?

Een korte uitleg over bliksem. Bij bliksem gaat het om de ontlading in het geïoniseerde pad dat bij zeer hoge spanningsverschillen tussen luchtlagen ontstaat en vanuit een hoog object een tegemoetkomend pad laat ontstaan. De bliksem die wij zien bestaat uit veel verschillende delen, die allemaal een eigen invloed hebben.

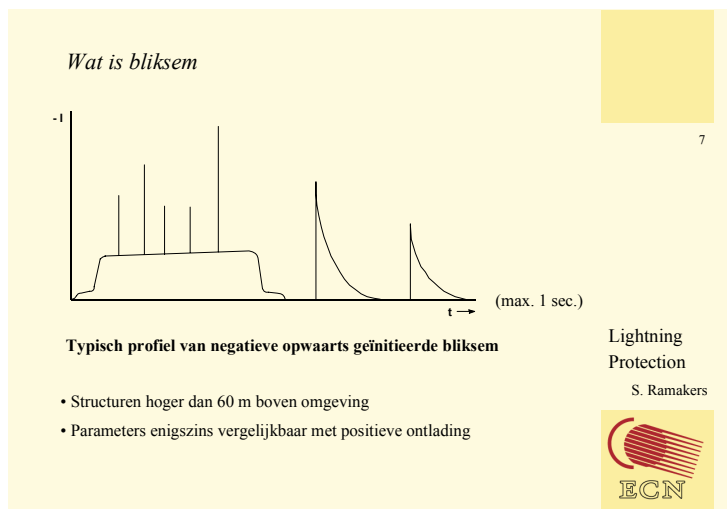
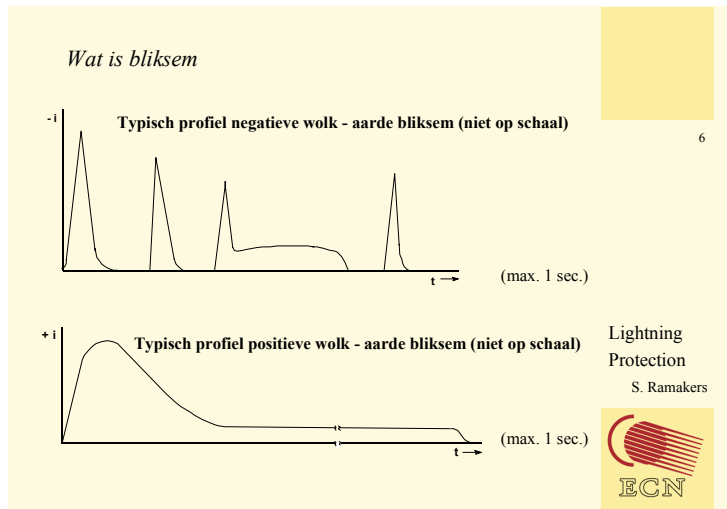
Bliksem gedraagt zich zeer divers: van boven naar beneden, van beneden naar boven en kent positieve stroom en negatieve stroom. Negatieve ladingen hebben bepaalde kenmerken: ze hebben korte stappen met hoge stroomsterkte en dat leidt tot hoge inducties in elektrische circuits. De totale energie is niet zo heel erg groot. Positieve ontladingen bestaan uit lagere stroomsterkte, maar duren lang en dat betekent veel uitwisseling van energie met een eigen problematiek.

Lage objecten (tot 50-60 meter) ontvangen in het algemeen negatieve ontladingen uit de wolken. Hoge objecten (100 m en hoger) lokken zelf ontladingen uit en de ontlading begint ook vanuit het hoge object. De energie ervan is te vergelijken met die van positieve neerwaartse ontladingen.

Tot zover de resultaten van de inventarisatie over bliksem. Het circuit van de bliksemdeskundigen kent een eigen taal, waar windturbinebouwers niet veel mee kunnen.

Bliksemtypen

Hierna volgen enkele grafieken van ontladingen:



De schaal klopt niet helemaal, omdat de pieken en dalen veel groter zijn dan hier op de sheet passen. Vervolgens enige parameters.

Wat is bliksem

Waarden:	Max. (enkele %)	Gemiddeld
Aparte stroomstoot	300 kA	30 kA
Lading transport	400 Coulomb	5,2 Coulomb
Energie	20 MJ/Ω	55 kJ/Ω
Tijd	1 sec	0,5 sec

Lightning Protection
S. Ramakers

Ontladingen wolk - aarde

9

Parameters	Type stroomstoot	Overschrijdingskans		
		95%	50%	5%
Stroompiek [kA]	1st negatieve	14	30	90
	Positieve	4,6	35	250
Maximum di/dt [kA/μs] (inductie)	1st negatieve	9,1	24	65
	volgende	10	40	162
	Positieve	0,2	2,4	32

Lightning
Protection

S. Ramakers



De stroompieken en stroomsteilheid zijn soms 15 keer groter dan de gemiddelde ontladingen. Dit betekent dat er bij bescherming een breed scala aan maatregelen nodig is om alle effecten op te vangen. De stroomsteilheid is verantwoordelijk voor de inductiespanningen die in elektrische bedrading worden opgewekt. Als die spanning zo hoog wordt dat de isolatiewaarde van componenten overschreden wordt, gaan die componenten kapot.

Beschermingsklassen

In de brandverzekeringswereld is een norm ontwikkeld voor de bouw van bliksembeschermingsinstallaties nadat er over de hele wereld de nodige metingen zijn verricht aan bliksemverschijnselen bij hoge torens en dergelijke.

Dit heeft geleid tot een normering, waarbij het bliksemverschijnsel is ingedeeld in een aantal klassen en beschermingsinstallaties (bij IEC) ook ingedeeld zijn in deze klassen I tot en met IV.

10

Maximum waarden van parameters (IEC 61024-1)

(engineering van transport capaciteit en opvang efficiëntie)

Bescherming klasse	Stroom piek [kA]	Energie [kJΩ ⁻¹]	Stroomsteilheid gemiddeld [kA/μs]	Totale lading [C]
I	200	10000	200	300
II	150	5600	150	225
III	100	2500	100	150
IV	“	“	“	“

Lightning
Protection

S. Ramakers



Klasse I is de duurste klasse en wordt alleen toegepast bij munitiedepots. De meest voorkomende installaties op gebouwen en constructies behoren tot klasse II of lager.

De efficiency van de beschermingsklassen is op te splitsen in twee delen: de capaciteit van de installatie, die een bepaalde hoeveelheid stroom en energie af moet kunnen voeren en de opvang efficiency. Deze heeft te maken met de opvang van ontladingen via meerdere punten op een gebouw. Hoe meer punten, hoe kleiner de kans dat de bliksem daartussen de constructie op een niet gewenste plek raakt. Verzekeraars willen uiteraard een zo hoog mogelijke efficiency. In de volgende sheet is te zien dat bij beschermingsklasse II in 95% van de gevallen de bliksem

adequaat kan worden opgevangen en verwerkt. Waarbij we nog steeds uitsluitend praten over de gebouwen zelf, maar niet over de installaties erin.

Wat is bliksem

Beschermingsklasse bliksembeveiliging (IEC 61024-1) 11

Bescherming klasse	Opvang efficiëntie E_i	Capaciteit efficiëntie E_s	Efficiëntie $E = E_i \cdot E_s$
I	0,99	0,99	0,98
II	0,97	0,98	0,95
III	0,91	0,97	0,90
IV	0,84	0,97	0,80

Opvang efficiëntie:
uitvoering en omvang van opvangpunten

Lightning
Protection
S. Ramakers



De bestaande normen hebben beperkingen, omdat het werkingsgebied zich niet uitstrekt tot gebouwen hoger dan 50-60meter. Bovendien zijn gebouwen vaste constructies en bestaan ze niet uit composietmaterialen. De bestaande normen zeggen expliciet dat het offshore-gebied niet wordt afgedekt en dit bleek al snel een belangrijk punt te zijn, omdat er straks op zee projecten gebouwd worden met ronddraaiende elementen van kunststof.

Conclusies van (on shore) data

Het Duitse instituut ISET heeft veel gegevens beschikbaar, ontleend aan het 250-Megawatt-programma. Daaruit kwamen de volgende gegevens:

Ervaringen

Conclusies van (on shore) data : 13

Frequentie: 4 - 8 storingen / 100 turbine jaren

- bladschade 7 - 10% van bliksem storingen
- schade elektr. systeem 20 - 32% van bliksem storingen
- schade regelsysteem 43 - 51% van bliksem storingen

Gevolgen:

- bladschade meest kostbaar
- schade regelsysteem meest voorkomend
- bliksemschade / schade 40% meer opbrengst verlies
20% meer stilstand

Lightning
Protection
S. Ramakers



De vraag is vervolgens hoeveel er geïnvesteerd moet worden om schade te voorkomen en waar de balans ligt?

Risico analyse

Schaderisico (gld/jr) = kans * gevolg

14

Evaluatie:

1. Frequentie van inslagen (IEC 61024-1-1)
2. Keuze van geschikte beveiligingsinstallatie (efficiency)
3. Onderzoek van schade risico, direct + indirect (IEC 61662)
Veiligheid + kosten

Nog niet toepasbaar voor windturbines
Research noodzakelijk

Lightning Protection
S. Ramakers



Protectie

Grootste schadeproblemen:

- schade aan bladen
- schade aan elektrische installatie:
 - regel systeem
 - elektrisch systeem
- schade aan lagers (drive train)

15

Lightning Protection
S. Ramakers



De investering wordt afgeschreven op jaarbasis en moet worden afgezet tegen de trefkans en het gevolg van dat treffen. Daarmee ontstaat een volgend probleem. De IEC 61024 beschrijft wel een methodiek om de inslagfrequentie te berekenen, maar de methodiek is alleen geldig op land en voor objecten tot 60 meter hoog.

Dit betekent dat een er andere berekeningswijze moet komen. Daarnaast is onzeker welke parameters moeten worden gehanteerd om een geschikte beveiligingsinstallatie te kiezen, want over ontladingen die worden uitgelokt door hoge objecten is niet zo veel bekend. Het tendeert naar meer inslagen van een lagere waarde, maar dit is nog niet zeker.

Verder is er een methodiek om het schaderisico uit te rekenen (in de IEC 61662), maar ook deze methodiek kan niet voor 100% worden gevolgd, omdat de parameters voor de berekening onduidelijk zijn. Kortom, er is nog veel werk te doen.

Schadeproblemen

Bij grote turbines doen zich problemen voor als kostbare bladschade en schade aan de elektrische installatie of aan het besturingssysteem. Ook is schade aan lagers in een aantal gevallen vastgesteld. Soms wordt wèl het blad gerepareerd, maar onderzoekt men niet de lagers.

Constateert men na een aantal jaren toch schades aan de lagers, dan weet men niet altijd de oorzaak meer.

In Denemarken is in enkele gevallen na inslagschade de hele aandrijftrein gedemonteerd en werd lagerschade gevonden. Proeven in Italië en Manchester met lagers laten daarnaast allerlei andere soorten schades zien. De schade wordt aangetoond, maar de relatie met de levensduur heeft men nog niet kunnen leggen.

Een belemmerende factor is dat er vrijwel geen hoogspanningslaboratoria zijn die de stromen kunnen genereren om hieraan onderzoek te doen.

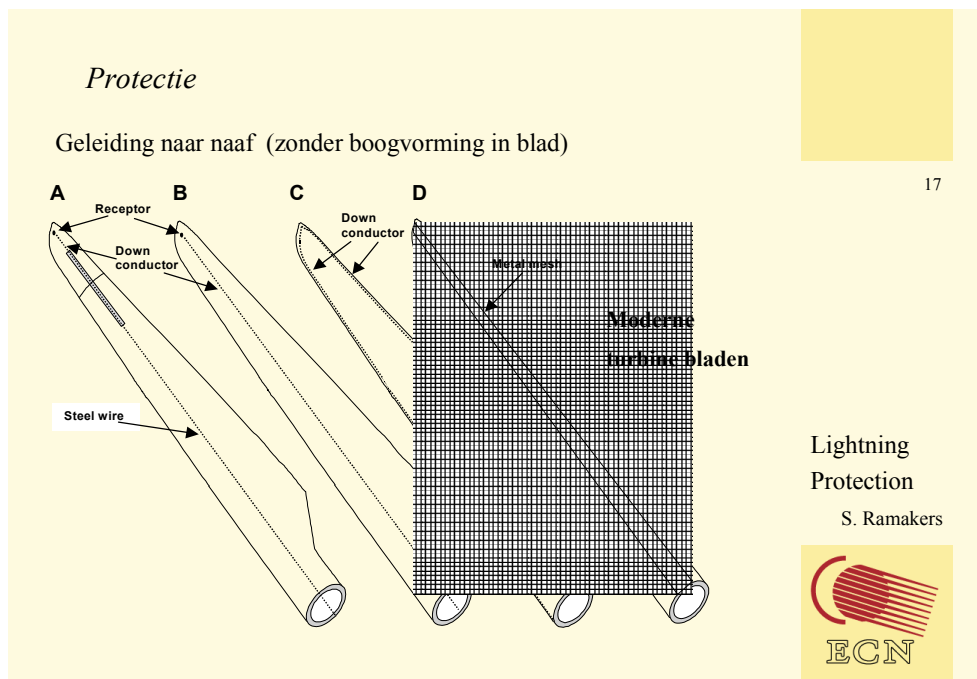
Protectie

Men heeft lang gedacht dat er bij kunststofbladen niets gedaan hoefde te worden, omdat ze niet getroffen zouden worden. Dat blijkt een fabeltje te zijn. Elk blad kan worden getroffen. De bliksem zoekt gewoon een pad naar de vaste wereld en pakt daarvoor alles wat geleidt.

Als er binnen het blad boogvorming ontstaat, krijgt je vernielingen door de drukgolf met allerlei effecten in het bladlichaam. Ook komt het voor dat een schokgolf zich van het ene blad via de open ruimte van de naaf voortplant naar een ander blad. Fabrikanten zetten daarvoor vaak een deksel in de bladsteel.

Als de bliksemgeleiders onvoldoende doorsnee hebben (vooral staaldraden in de beginperiode) is de schade minder dan zonder geleiders, maar er ontstaat schade. Ze consumeren een hoeveelheid energie voordat ze smelten en alsnog tot drukverhoging leiden. Als de bliksem langs de buitenkant van een vervuild blad afloopt naar de naaf, en niet via een geleider, kan ook aan de buitenkant schade ontstaan.

Op de hierna volgende sheet staat een aantal van de huidige maatregelen:



Bij A een opvangpunt in de draaibare tip en een stalen draad die de stroom kan geleiden. Aan de stalen draad die naar de naaf gaat, zit vaak een hydraulische cilinder die overbrugd moet worden. Men maakt een inslagpunt op de tip van het blad.

Bij B is dat ook te zien, de geleider wordt langs de neutrale lijn naar de naaf gebracht.

Bij C ziet u een methodiek (van Enercon) waarbij een geleider langs de neus en de staartzijde van het blad ligt omdat dat de plaats is waar de hoogste veldsterkte heerst en waar ook de meeste ontladingen terecht zullen komen of ontstaan.

Bij D tenslotte, ziet u een metaal gaasdeeltje dat in het blad wordt gelegd (Tacke). Als de bladen voorzien zijn van koolstoflagen, zal dit misschien de methode worden om die lagen te behoeden voor delaminatie.

Voor bladen tot 20 meter lengte schijnt de huidige methodiek te werken. Geleiders langs neus en staartkant van het blad werken zonder meer. Langere bladen krijgen problemen, omdat de geleiding naar de naaf te lang wordt. Ook bij gebouwen zie je bij afgaande geleiders van meer dan 20 meter dat men parallelle verbindingen gaat zoeken en gaat doorverbinden.

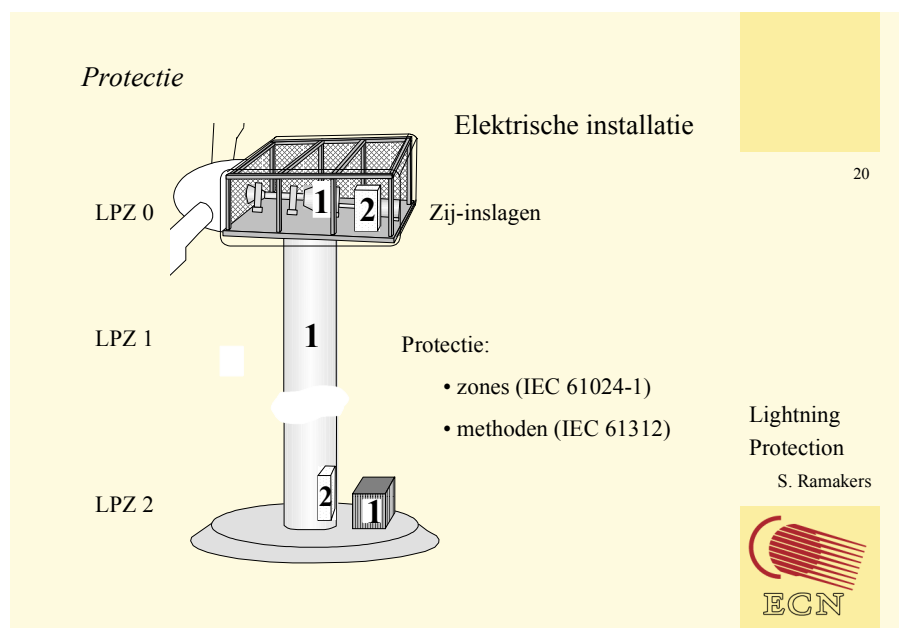
Een ander probleem bij dergelijke bladen is, dat men verwacht dat deze niet alleen op de tip getroffen zullen worden, maar ook op andere plaatsen van het blad, met daaropvolgend boogvorming naar de zich binnenin bevindende geleider.

Koolstof in grote bladen kent ook problemen. Koolstof is in eerste instantie een geleider als het geïoniseerde pad wordt opgebouwd. Als de verbinding met de onweersbui tot stand komt en de hoofdontlading zich verplaatst door het gevormde kanaal, schrikt deze van het koolstof. De weerstand is groot, er komt veel energie vrij en dit leidt tot verbranding en delaminering.

Koolstofdelen moeten dus beschermd worden als ze niet voldoende doorsnede hebben om de stroom kunnen verwerken. Toekomstige sensoren in bladen moeten goed worden beschermd omdat ze anders na de eerste inslag verdwenen zijn.

Elektrische installaties zijn te beschermen. De methode voor zone-indeling staat beschreven in IEC 61024-1 en in IEC 61312. De methodes voor overspanningsbescherming zijn beschreven in IEC 61312 en bieden goede mogelijkheden.

In de hierna volgende sheet is als bescherming een kap van gaas om de gondel getekend.



De theorie is dat objecten hoger dan 50-60 meter ook door zij-inslagen worden getroffen en daardoor het interieur van de gondel direct kunnen raken. Bij hoge objecten zijn gondelkappen met gaas en goede aarding wellicht een goede methode.

Samenvatting

Bladen tot 20 meter zijn goed te beschermen, voor offshore plaatsing wordt een hogere beschermingsklasse geadviseerd, waarbij bestaande normen toepasbaar zijn.

Het probleem zit vooral bij de langere bladen. De rekenmethodes zijn niet volmaakt en er is onduidelijkheid over de parameters.

Voorlopig lijkt de oplossing bladen rondom te voorzien van geleiding. Er is nog niet veel bekend omtrent de bescherming van lagers. Wat ontbreekt zijn testmethodes en kostenmodellen. Voor een kostenmodel ligt er op dit moment een projectvoorstel bij Novem. We zijn dus nog lang niet toe aan een norm en het hier genoemde is nog maar een inventarisatie. De Technical Specification ligt nu voor ter commentaar, waarbij de sluitingsdatum november 2000 is.

Vragen/opmerkingen

Hoe heeft Nederland gereageerd op het document?

Servaas Ramakers: Nederland heeft het document geaccepteerd.

6. POWER PERFORMANCE METINGEN

Door Toine Curvers, ECN

Power Performance Testing is een IEC norm waarmee de prestatie van een windturbine bij een bepaald windregime wordt vastgesteld. Het resultaat is een aantal kilowatturen bij een gegeven windregime plus een bepaalde onzekerheidsmarge. Deze norm heeft recent in Duitsland een belangrijke basis gekregen, omdat daar wettelijk is vastgesteld op welke manier men een vergoeding krijgt voor de opgewekte windenergie. Daarover straks meer.

Activiteiten MT 13

Het maintenance team (MT13) is bezig met vier onderwerpen.

Workshop Normontwikkeling 2000

Activiteiten

- Revisie van de norm IEC 61400-12 voorjaar 2001
- Power Performance van windparken medio 2001
- PP niet netgekoppelde windturbines voorjaar 2002
- PP individuele wind turbines in parken najaar 2001



Allereerst de revisie van het bestaande document met daarin een aantal problematische zaken. Dit betreft vooral de bijlage die gaat over 'Site Calibratie', en over 'anemometrie'. Deze punten komen verderop uitgebreider aan de orde. Het MT hoopt in het voorjaar van 2001 een document richting TC88 te sturen. Op dit moment wordt gewerkt aan de laatste tekstuele problemen.

In het verleden is er veel gesproken over hoe van een compleet park de prestatie kan worden geverifieerd. Tussen financier en exploitant wordt afgesproken welke prestatie de turbine op een bepaalde locatie levert en hoe moet je dat vervolgens controleren? Hiervoor liggen conceptdocumenten klaar en hopelijk is er medio 2001 een document voor TC88.

Aan de orde is verder de power performance van niet-netgekoppelde windturbines, waarmee vooral bedoeld wordt: kleine turbines die accu's laden of aan waterpompen zijn gekoppeld. Het werk op dit gebied heeft te maken met lopende EU-projecten, waarin wordt onderzocht hoe dat op de beste manier kan worden gedaan. Het zal zeker nog wel een jaar duren voordat de werkgroep hierover een document produceert. De vraag is namelijk hoe de performance van het apparaat netjes gekarakteriseerd kan worden als men te maken heeft met een variabele belasting; bijvoorbeeld een accu.

En als laatste, en ook het meest moeilijke, het vaststellen van de prestatie van een individuele turbine die in een park en meestal ook in een complexe omgeving staat opgesteld. Er zijn wel ideeën (bijvoorbeeld gebruik maken van de gondel-anemometer), maar tegelijk is er ook veel onenigheid over hoe je de prestatie moet meten.

Wat moet als windsnelheid gedefinieerd worden?

Alle problemen hebben te maken met het meten van de windsnelheid. Hoe moet je op een nette manier de windsnelheid meten, zodanig dat de windsnelheid representatief is voor de wind die de turbine voelt. Daarover gaat de rest van dit verhaal, want de revisie van het bestaande IEC document bestaat voor een groot deel uit extra toelichting en eisen betreffende anemometrie.

Enige tijd terug is er een document verschenen in de serie: IEA “Recommended practices”. Daarin is een stevige basis gelegd hoe moet worden omgegaan met anemometers in het veld. Het is de bedoeling dat de inhoud van deze IEA-aanbeveling wordt overgenomen in de norm.

Een ander punt dat in de huidige norm wordt aangepast, is hoe om te gaan met variabel toerental turbines. Er is gediscussieerd over de vraag of je dat wel of niet moet doen. Er komen aanbevelingen op welke manier daaraan gemeten moet worden, omdat het variabel toerentalgedrag altijd bepaald wordt door de manier van regelen. Het is van belang iets vast te leggen over de regeling zodat je de verschillende windturbines van elkaar kunt onderscheiden.

Bij het punt beschikbaarheid gaat de discussie altijd over hoe de prestatie van de turbine bij lage windsnelheden goed gemeten kan worden. Vaak worden bij de verwerking van meetresultaten uitsluitend meetgegevens gebruikt uit situaties waarbij de turbine vermogen levert, met als gevolg een overschatting van de karakteristiek.

In de huidige norm is opgenomen dat er een beschikbaarheidssignaal meegenomen moet worden. Alleen is de definitie van dit signaal nogal ingewikkeld en in de praktijk moeilijk toepasbaar. Daarvoor worden straks betere aanbevelingen gegeven die in de praktijk makkelijker toepasbaar zijn.

En tot slot locatie-eisen. De huidige standaard gaat ervan uit dat turbines worden gemeten in een nette omgeving (geen obstakels, geen complexe terreinen). Wordt daaraan niet voldaan, dan moet er een Site Calibratie uitgevoerd worden. Ik kom daar later op terug.

Anemometrie

Hierna wil ik verder ingaan op de problemen bij anemometrie. De discussie over dit punt ontstond door de noodzaak van een revisie van het document in verband met het kunnen uitvoeren van PV-metingen in meer heuvelachtige (complexe) gebieden. U zult begrijpen dat bijvoorbeeld Amerikanen, Japanners en Grieken ook in dergelijke gebieden een karakteristiek willen kunnen meten. De vraag is hoe je vaststelt wat de relatie is tussen het vermogen van de turbine en de snelheid die de turbine voelt.

We komen dan in de problemen met de representativiteit, omdat we de snelheid moeten meten met een mast die op een andere plek staat dan de turbine. En in de geschetste situatie van heuvelachtig terrein komt daar bij dat de stroming niet meer netjes horizontaal is, maar de wind langs de berg omhoog stroomt. Kortom, het probleem is scheve aanstroming. Niet alleen voor de windturbine zelf, maar de scheve stroming beïnvloedt ook de anemometer.

In de praktijk worden diverse merken en soorten anemometers gebruikt en elke meter reageert verschillend op scheve aanstroming. In de praktijk betekent dit dat je met verschillende anemometers in gelijke situaties verschillende gemiddelde windsnelheden meet.

Vervolgens ontstaat er discussie over de vraag “wat is nu de snelheid waarmee we te maken hebben”. Ik wil hier niet de overloze discussies herhalen en gelukkig komen we er langzaam maar zeker uit. Dat heeft ook te maken met onderzoek dat parallel aan deze normontwikkeling plaatsvindt.

Op het ECN-terrein in Petten staat een mast van plm. 6 meter hoog met een ‘test rigg’ met verschillende anemometers. De opnemers staan ruim 3 meter uit elkaar. Tevens is een zgn.

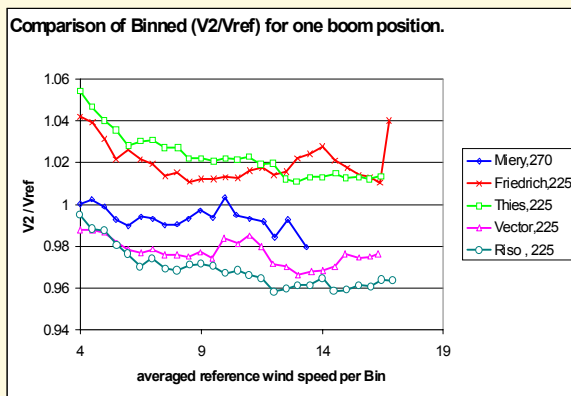
sonische anemometer geïnstalleerd om het driedimensionale karakter van de windsnelheid te meten, en ook staat er nog een windrichtingmeter.

EU-project Site Parameter Identification

Het onderzoek wordt verricht in het kader van een EU-project “Site Parameter Identification” met als belangrijkste vraag “welke parameters hebben werkelijk invloed op het resultaat van de PV-curve-meting?”

Het ECN-deel van dit onderzoek bestaat uit vergelijkende anemometer-metingen. Wij doen de metingen in een zogenaamde complexe omgeving: in de duinen simuleer je een dergelijke omgeving. DEWI in Duitsland doet een zelfde meting, maar dan op vlak terrein. De resultaten

Workshop normontwikkeling 2000



Verhouding
van gemeten
windsnelheden

Verskil tot
5 - 6% punten



van dit alles worden gebruikt om PV-curve-metingen in complexe en niet-complexe omgevingen met elkaar te vergelijken. In de sheet staan de resultaten vermeld:

Te zien is de verhouding van de vaste meter, de referentiemeter, en de gemeten snelheden van de diverse meters. Het resultaat is dat de verhouding niet netjes 1 is, maar dat de meters een variatie aangeven tussen 0.96 en 1.06. Globaal 5 tot 6 procentpunten verschil in de bij gelijke wind gemeten gemiddelde windsnelheden van de verschillende anemometers.

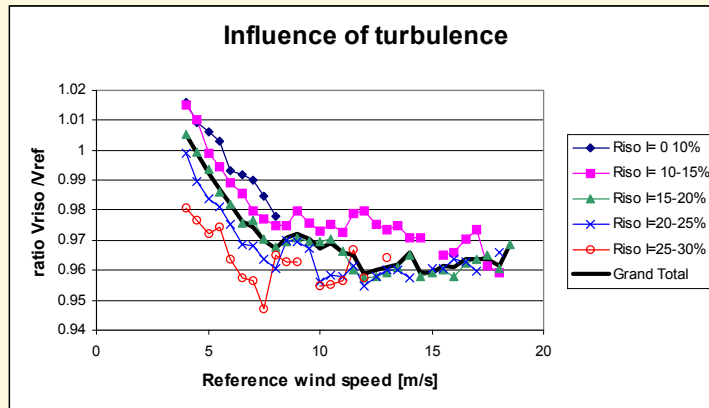
Daar schrok iedereen van, omdat er op dit moment bij de karakteristiekmeting een onzekerheidsmarge van 5 tot 10% als standaarddeviatie wordt aangehouden; het hier genoemde verschil komt daar nog eens bij.

Oorzaken verschil in gemeten windsnelheid

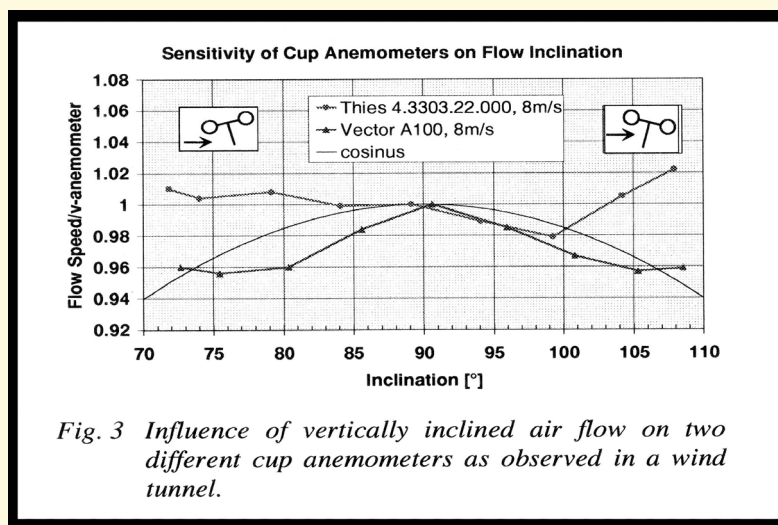
Vervolgens is gekeken naar de oorzaken. DEWI heeft dezelfde metingen gedaan in een niet-turbulente omgeving en kwam tot gelijke resultaten. Je hebt te maken met responsie van scheve aanstroming, met overspeedingeffecten en verder met een verschillend aerodynamisch effect rond bolle en conische cups.

De aan de bovenkant van de grafiek liggende lijnen zijn afkomstig van cup-anemometers met een bolle cup, de onderste lijnen van meters met een conische cup. Blijkbaar speelt de aërodynamica rondom dergelijke opnemers een rol.

Workshop normontwikkeling 2000



Op de hierboven opgenomen sheet is de invloed van turbulentie te zien. Naarmate de turbulentie hoger is, worden de verschillen ook groter. Het gaat in beide gevallen om anemometers met een conische cup. Bekend was dat er verschillen waren, maar nu is het verschil ook gekwantificeerd.



In deze sheet is de gevoeligheid van cup-anemometers voor scheve aanstroming in het verticale vlak te zien en hieruit blijkt dat de ene anemometer daar gevoeliger voor is dan de andere.

Hoe moeten we nu met die verschillen omgaan?

Wij willen de sensoren classificeren en dat betekent dat aangegeven wordt wat een bepaald type anemometer wel of niet kan, zodat voor de betreffende toepassing de juiste sensor kan worden gekozen. In het EU-project Class Cup wordt gewerkt het vormgeven van een dergelijke classificatie.

Binnen de werkgroep van IEC Maintenance Team-13 is men het bijna eens over een windsnelheidsmeting die niet alleen de horizontale component weergeeft, maar ook de totale snelheid weergeeft. Dat betekent dat je anemometers moet kiezen die beiden goed meten. Ook moet het gedrag van die meters beter bekeken worden.

Duitse ontwikkelingen

Enige aandacht voor ontwikkelingen in Duitsland op dit punt. In de Duitse wetgeving is geregeld welke prijs men krijgt voor opgewekte windkilowatturen. De prijs is gekoppeld aan de opbrengst van de turbine, die bepaald is aan de hand van metingen. Gebruik je die vastgestelde hoeveelheid in een bepaald aantal jaren op, dan krijg je geen 19 cent meer per kilowattuur, maar loopt de vergoeding terug tot 12 cent. Met een goede anemometer kun je de meting enigszins sturen en dat gebeurt ook. Fabrikanten eisen dat metingen met een bepaalde anemometer gebeuren. Men is zich daar dus heel goed bewust van dit probleem, omdat je de opbrengst met 5 tot 6% kunt opkrikken door het kiezen van de juiste meter.

In afwachting van nieuwe richtlijnen wordt in Duitsland nu een PV-curve gemeten met de twee uiterste anemometers (Thies en Vector), zodat een goed inzicht wordt verkregen in wat er gebeurt en hoe groot de verschillen zijn.

Op dit moment moet volgens de norm gespecificeerd worden op welke manier de karakteristiek is gemeten en moet ook de turbulentie-intensiteit duidelijk worden gemeld, zodanig dat iedereen een inschatting kan maken van wat er is gemeten. Dit verhaal is nog niet afgelopen en zal ongetwijfeld verder meespelen in de discussies.

Vaak wordt gevraagd of een sonische anemometer een optie is? Dat is inderdaad het geval, maar ook dergelijke sensoren hebben problemen.

Tot slot: Site Kalibratie en locatie-eisen

Workshop normontwikkeling 2000

Site calibration en locatie-eisen

- Locatie-eisen zijn streng en site calibration blijkt vaak noodzakelijk.
- Uitvoering nodig om het resultaat internationaal geaccepteerd te krijgen.
- Dit betekent dat een aparte meteo-mast moet worden toegepast op de toekomstige windturbine-locatie.
- Door in een vroeg stadium hiermee rekening te houden is de uitvoering makkelijker en goedkoper.



In de komende revisie wordt een betere leidraad gegeven hoe een site kalibratie uitgevoerd moet worden, waarmee de op dit gebied werkzame instituten een betere richtlijn krijgen. Internationaal wordt namelijk steeds meer gelet op het gebruik ervan, omdat site kalibratie vanwege de kosten vaak achterwege wordt gelaten.

Wat betekent site kalibratie? Voordat een turbine wordt geplaatst, wordt er eerst een tweede meetmast neergezet, waarmee een goede verhouding tussen de windsnelheid ter plaatse van de mast ten opzichte van de windsnelheid op de plek van de molen kan worden gemeten. Hiermee worden allerlei omgevingseffecten in beeld gebracht, zodat de gemeten windsnelheid indien nodig gecorrigeerd kan worden. Door in een vroeg stadium rekening te houden met site kalibratie, kan men zich onnodige kosten besparen.

We hopen dat begin volgend jaar de revisie van het bestaande document gereed is, zodat het gebruikt kan gaan worden.

Vragen/opmerkingen

Volgens *Klaas Schuring* toont dit verhaal aan hoe belangrijk normontwikkeling is en dat de huidige middelen tekort schieten. Hij vraagt of de verschillende anemometers allemaal gekalibreerd waren?

Die vraag wordt bevestigend beantwoord. Alle meters zijn in dezelfde tunnel gekalibreerd, volgens de hoogste in Europa geldende norm en in het kader van MEASNET, een groep instituten die elkaar in de gaten houden en waarvan ECN ook lid is. Binnen die groep is een anemometer-kalibratienorm vastgesteld.

Frans Van Hulle vraagt of het resultaat ook niet afhangt van welke anemometer als referentiemeter gekozen is.

Toine Curvers wijst op de door DEWI uitgevoerde meting met een andere referentiemeter, waarbij er wel een lager niveau te zien was, maar waarbij de hele set stel lijnen een nagenoeg gelijk beeld vertoonde. De conclusie is dan ook dat je elke referentiemeter kunt kiezen, maar dat de verschillen blijven bestaan.

Vanuit de zaal wordt gezegd dat fabrikanten verplicht zijn te melden met welke meter er gemeten is.

Toine Curvers merkt op dat in de rapportage de instrumentatie goed wordt beschreven. Zijn boodschap is dat men op dit aspect moet gaan letten en moet weten dat gebruik van bijvoorbeeld de Risø-anemometer een optimistischer voorspelling van de opbrengst te zien geeft dan een Thies of een Friedrichs-meter. Ook moet gekeken worden naar de turbulentie tijdens de meting.

Klaas Schuring vindt dit een belangrijk onderwerp. *Toine Curvers* vult aan dat met de kennis van de problematiek er in contracten goede afspraken kunnen worden gemaakt over het verifiëren van de prestaties. De output immers bepaalt hoeveel geld een park opbrengt en daarbij geldt een vrij grote marge, waarmee in de onderhandelingen rekening gehouden moet worden. Degene die moet garanderen, zal aan de veilige kant van de marge gaan zitten.

Frans Van Hulle vindt het belangrijk na te gaan hoe dramatisch het probleem eigenlijk is. Hij vraagt of er systematisch onderzoek is verricht naar de verschillen tussen voorspelde en werkelijke opbrengsten? En als dat er niet is, lijkt het hem zinvol dit te gaan doen. Zeker nu er zo veel turbines staan.

Toine Curvers kent dergelijk onderzoeken niet, maar heeft hier vroeger wel zelf onderzoek naar gedaan (begin jaren '90). De resultaten waren verschillend, maar daarvoor was steeds weer een verklaring te vinden: een net iets andere turbine of een net iets andere locatie. Het bleek achteraf moeilijk te verifiëren. Renewable Energy Systems in Engeland (een ontwikkelaar van parken) houdt rekening met de meetresultaten en pakt bij de garantieverlening de gemiddelde opbrengst, waarvan een of twee keer de standaarddeviatie afgetrokken wordt. Het gaat er dus om de onzekerheidsmarge zo klein mogelijk te maken.

Jaap Langenbach (Wind Service Holland) publiceert op zijn website de beloofde en gerealiseerde resultaten. In 1988 was er nog een verschil van 20% verschil en nu is dat 0%.

Klaas Schuring: het is belangrijk dat de berekeningen van de projectontwikkelaar en wind-turbinefabrikanten niet te ver van elkaar afwijken. Je kunt die berekeningen door de huidige verschillen negatief beïnvloeden en daarmee wordt de klant niet gediend. Dat is niet goed voor de Industrie en daarom is het belangrijk te weten hoe nauwkeurig de gegevens zijn.

7. WINDENERGIE EN NETKWALITEIT. EEN NETTE INPASSING VAN WINDTURBINES: VERLEDEN, HEDEN EN TOEKOMST

1.

WINDENERGIE EN NETKWALITEIT

**Een Nette Inpassing
van Windturbines:
Verleden, Heden en Toekomst**

Johan Knijp
Frederik Groeman
Johan Enslin

KEMA T&D Power

T&D Power

Allereerst kort informatie over de KEMA-afdeling waar ik, en mijn medeauteurs van deze presentatie werkzaam zijn: KEMA T&D Power. We houden ons binnen onze groep met name bezig met transport en distributie van elektrische systemen, waarbij o.a. aspecten aan de orde zijn als betrouwbaarheid van systemen, kwaliteit van levering, power quality en nieuwe technologieën om de kwaliteit te verbeteren. (meer info: www.kematdpower.nl)

De lezing is tot stand gekomen met medewerking van Frederik Groeman en Johan Enslin

2.

Inhoud presentatie

- Activiteiten IEC TC 88, werkgroep 10
 - inhoud/scope
 - beperkingen
 - status
- Toekomst van netgekoppelde windenergie?
 - regelgeving
 - technologieën
 - concepten

T&D Power

Ik wil niet alleen stilstaan bij de normontwikkeling binnen werkgroep 10 van IEC 88, maar ook een blik op de toekomst werpen en ingaan op onze visie op de toekomstige elektriciteitsnetten.

3.

Inpassing WT's

- Insteek voor deze presentatie

T&D Power

De insteek voor deze presentatie is de windturbine als black box en het net als een complex geheel van kabels en verbindingen tussen diverse knooppunten.

4

Inpassing van Windturbines

- Is het net de beperkende factor?
- Moeten WT's moeten worden beperkt?
- Zijn WT's lastige componenten?

T&D Power

Bij de inpassing van windturbines komen allerlei vragen aan de orde, waarbij soms door netbeheerders uitgesproken wordt dat het net een beperkende factor is voor windturbines en dat deze als lastige componenten moeten worden beschouwd.

5

Traditionele aspecten van WT in netten

Problemen:

- Spanningsopdriving
- Blindvermogensvraag, cos phi
- Spanningsfluctuaties, flikker
- Harmonische vervorming
- Bijdrage kortsluitvermogen

}

Power quality

Traditionele oplossingen:

- Aansluiten op hoger spanningsniveau
- Condensatorbanken
- Netverzwaring
- Passieve filters

T&D Power

In deze sheet ziet u de problemen van inpassing van windturbines in onze elektriciteitsnetten. Tevens zijn een aantal traditionele oplossingen gegeven

6

IEC TC 88, working group 10

Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines

- Doel:
 - Vastleggen van uniforme methode voor testen en beoordelen van de PQ karakteristieken van netgekoppelde WT systemen
- IEC 61400-21 ?

T&D Power

Dit even als aanloop. Nu de IEC TC88, werk groep 10

De titel van het document is het laatste jaar een aantal keren aangepast en aangescherpt door allerlei discussies. Vanaf het begin echter was het doel uniforme methoden vast te leggen voor het testen en beoordelen van de effecten van een windturbine op de netspanningskwaliteit. Dit alles heeft geresulteerd in document nummer IEC 61400-21, dat intussen een CDV-status heeft.

7.

IEC 61400: Scope

- **definitie en specificatie van de grootheden van WT welke PQ beïnvloeden**
- **benodigde meetprocedures voor kwantificering**
 - testcondities
 - meetapparatuur
 - berekeningen
- **procedures voor beoordeling van WT ingepast in elektriciteitsnet**



T&D Power KEMA

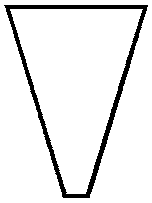
Waarover gaat het document?

De crux van de discussie zit voornamelijk in het hoofdstuk over procedures voor de beoordeling van de inpassing van turbines in het elektriciteitsnet. De commissie heeft enerzijds geprobeerd iets te zeggen over een product en wilde eenduidigheid creëren tussen de verschillende windturbines, anderzijds wilde men ook iets zeggen over de inpassing van een windturbine in het net. Dit laatste is enigszins teruggehaald en er zijn nu aanbevelingen gegeven hoe een in het net ingepaste windturbine moet worden beoordeeld.

8.

Voor wie bedoeld?

- **Alle partijen rondom inpassing van windturbines in elektriciteitsnetten?**
 - fabrikanten
 - test- en certificatie-organisaties
 - kopers
 - netbeheerders



T&D Power KEMA

Het document is hoofdzakelijk bedoeld voor WT fabrikanten die hun machines gecertificeerd willen hebben.

Door hun WT te laten testen, bepalen ze een set aan parameters die de impact van hun windmolen op de PQ van het e-net karakteriseren.

9.

Afbakening

- Enkele turbine
- 3-fase koppeling met netwerk
- niet actieve regeling van spanning en frequentie
- aangesloten op MS en HS netten

T&D Power KEMA

In het kort iets over de afbakening van het document.

In de navolgende sheet enige informatie over de discussie in de laatste commentaarronde.

10.

STATUS: Norm of Richtlijn?

- **Productnorm, Generieke norm of Algemene norm**
- **nieuwe begrippen**
 - voltage change factor
 - flicker step factor
- **Meettechnieken** (IEC61000-4-7/15)
- **Emissie eisen** (IEC 61000-3-6/7)

T&D Power 

De werkgroep is het nog oneens over de vraag of het een norm of een technische richtlijn moet worden. Die discussie wordt veroorzaakt door de diversiteit van het document en de introductie van een aantal nieuwe begrippen. Deze verwarring blijkt ook uit de verwijzing naar IEC 61000-4-7 en IEC 61000-3-6 en 7. Het eindoordeel zal waarschijnlijk zijn dat de hoofdstukken 6 en 7 in bestaande vorm worden gehandhaafd en hoofdstuk 8 een meer informatief karakter krijgt, waarmee netplanners hun voordeel kunnen doen. Hierna kort de belangrijkste hoofdstukken uit het document: H6, H7 en H8.

11.

H6: Parameters die PQ beïnvloeden

- **Vermogen --> Spanningsniveau**
 - Maximum permitted power
 - Maximum measured power
 - Reactive power
- **Spanningsfluctuaties (--> flikker)**
 - Continuous operation
 - Switching operation
- **Harmonischen**
 - vermogenselektronische converters
 - niet boven n = 50!

T&D Power 

Hoofdstuk 6: Parameters

- Een aantal verschillende aspecten van het vermogen van een WT.
- Spanningsfluctuaties die flikker veroorzaken. Zowel voor continue bedrijf als voor schakelhandelingen
- Harmonischen in de netspanning voor WT met vermogenselektronische converters. Het hoogste nog beschouwde rangnummer is 50. Dat betekent dat WT's met moderne schakelende componenten als IGBT's (met hoge schakelfrequenties) niet vallen onder het bereik van dit hoofdstuk.

12.

H7: Meetprocedures

- **Algemeen**
 - Testcondities
 - Testapparatuur
- **Vermogen**
- **Spanningsfluctuaties**
 - fictief netwerk
 - IEC 61000-4-15
 - nieuwe begrippen/uitvoerige analyses
- **Harmonischen**
 - IEC 61000-4-7

T&D Power 

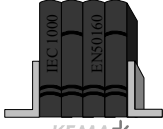
Hoofdstuk 7: Meetprocedures

Met uiteraard een beschrijving van een gestandaardiseerde omgeving en gestandaardiseerde apparatuur en ook paragrafen over hoe het vermogen en spanningsfluctuaties gemeten kunnen worden. Men beschrijft een fictief net, omdat vanaf het begin een van de doelstellingen was dat het testrapport door netplanners vertaald kan worden naar de eigen situatie. Met name over de bepaling van de impact van spanningsfluctuaties op het elektriciteitsnet worden een aantal harde noten gekraakt. Verschillende landen hebben in de laatste commentaar rond dan ook aangebonden op een vereenvoudigde versie van dit gedeelte.

13.

H8: Beoordeling van Power Quality

- Bedoeld als hulp bij het voorspellen van de impact van WT's op het elektriciteitsnet
- Vertaling van IEC 61400-21 naar andere IEC documenten:
 - spanningsniveau (V , P , Q)
 - spanningsfluctuaties (IEC 61000-3-7)
 - harmonischen (IEC 61000-3-6)

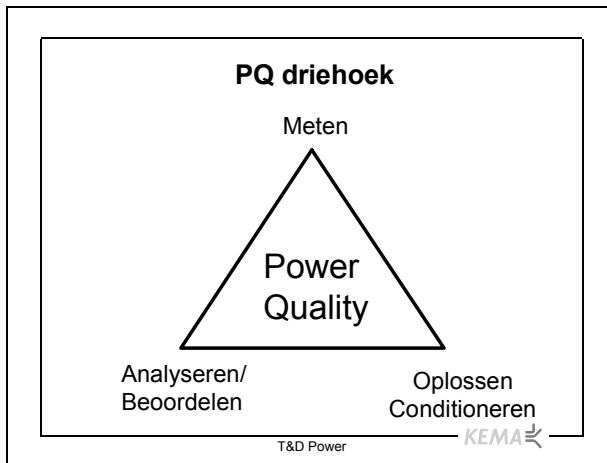


T&D Power
KEMA 

De discussie spitst zich met name toe op hoofdstuk 8. Dit hoofdstuk is bedoeld voor netbeheerders/planners. Met een aantal vuistregels kunnen individuele WT's en windparken worden opgenomen in loadflowprogramma's. Op deze wijze kan een voorspelling van de impact worden gemaakt.

Tevens wordt in dit hoofdstuk een vertaling gemaakt naar andere IEC documenten. De genoemde IEC 61000-3-7 en IEC 61000-3-6 hebben beiden de status van "Technical Report" en zijn dus geen norm. Voor de Nederlandse situatie verwijs ik naar de "Richtlijnen voor toelaatbare harmonische stromen", welke is uitgebracht door EnergieNed.

14.



Tot zover de inhoud van IEC 61400-21 en de activiteiten van werkgroep 10.

Ik wil vervolgen met een doorkijkje naar Power Quality, zoals wij daar naar kijken.

Je kunt vaststellen dat de norm voor zaken als meten, analyseren en beoordelen hulp biedt, maar geen oplossingen geeft voor conditionering of verbetering.

15.

Toekomst van netgekoppelde windenergie?

- Welke richting gaat het elektriciteitsnet?
- Welke technologieën?
- Een toekomstvisie.



T&D Power
KEMA 

Kernvragen zijn welke richting het opgaat met het elektriciteitsnet en welke technologieën daarbij worden toegepast. Dat alles leidt wellicht tot een andere toekomstvisie op in elektriciteitsnetten geplaatste windturbines.

16

Regelgeving en trends

- Splitsing netwerkbedrijf en leveringsbedrijf
- Netcodes met verplichtingen voor levering en toelating op het net
- Kwantiteit en kwaliteit worden vastgelegd
- Openbare rapportages (voorbeeld)
- Toenemende kostendruk
- Verdere uitnutting van het net
- “Distributed Utilities” en “Micro-power”

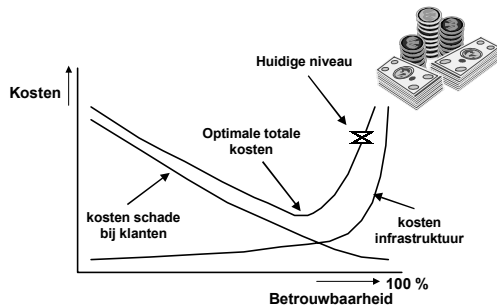
T&D Power



Enkele trends die in de elektriciteitssector waar te nemen zijn en die waarschijnlijk voor u niet nieuw zijn. Op een aantal van deze trends wil ik nader ingaan

17.

Kostendruk en betrouwbaarheid



T&D Power



De splitsing van netwerk- en leveringsbedrijf -als gevolg van de nieuwe elektriciteitswet- heeft geleid tot een aantal technische codes, waarin de verplichtingen voor levering en toelating op het net zijn vastgelegd.

Welke invloed heeft dit op de kostendruk en op de betrouwbaarheid van de levering? U kunt zich voorstellen dat in een wereld waarin kosten een minder belangrijke rol spelen, het betrouwbaarheidsniveau iets doorgeschoten is ten opzichte van het optimale. Dat kan betekenen dat de betrouwbaarheid van elektriciteitsnetten iets wordt teruggehaald, maar het betekent zeker niet dat u elke week een storing krijgt.

18

PQ normen en richtlijnen: voorbeelden

	IEC	CENELEC	EDF: Frankrijk	ESKOM, ZA
	1000-2-2	EN 50 160	Emeraude	NRS 048
Spanningsvariatie	±10%	±10%	±7%	±10%
Asymmetrie	2%	2%	2%	2%
Harmonischen (THD)	8%	8%	8%	8%
Flikker	UIE curve	Plt = 1.0	1000-2-2	Pst = 1.0
Onderbrekingen: kort	-	10 tot 100	35	-
Onderbrekingen: lang	-	10 tot 50	8	-

T&D Power



Hier ziet u een aantal normen en richtlijnen op het gebied van spanningskwaliteit uit verschillende landen. De EN 50160 wordt in de Nederlandse netcode genoemd.

19.

Kwaliteit als verkmarktbaar product
Voorbeeld: Zuid Afrika

Eskom's leveringsopties

1. NRE 048: minimale standaard
2. Netwerk specifieke optie
 - huidige kwaliteitsniveau wordt gecontracteerd
 - veel klanten kiezen deze optie
3. Premium Power Optie
 - als gewenste kwaliteit beter dan huidige netkwaliteit
 - klant betaalt voor betere kwaliteit
 - ± 50 contracten

T&D Power 

Een voorbeeld uit Zuid-Afrika over differentiatie van kwaliteit.

Het energiebedrijf ESKOM heeft drie niveaus van levering vastgesteld. Een ondergrens volgens de norm NRS 048 (vergelijkbaar met NEN EN 50160 welke in de Nederlandse netcode wordt genoemd). Een netwerk specifiek leveringsniveau en een premium power optie.

20.

CONCEPTEN

- “Small is beautiful”
- Schaalvergroting
- Gelijkstroom
- Intelligentie
- Hybride netten

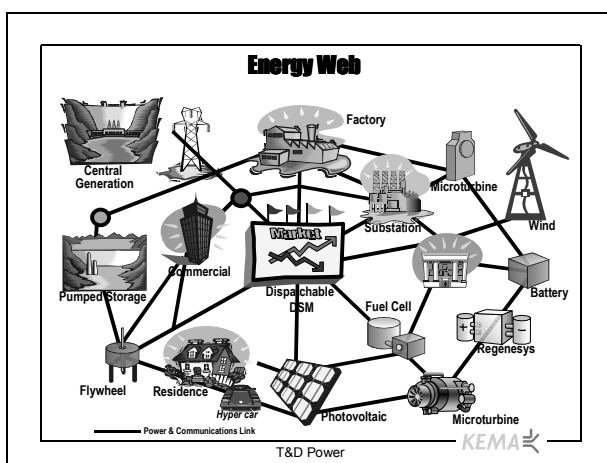
T&D Power 

Ik wil nu overgaan naar het concept “Energy Web” en welke trends daarin te ontdekken zijn.

Enerzijds “Small is beautiful”: kleine windmolens, warmtepompen, lokaal bij de klant zonnecellen op het dak, iedereen wordt straks opwekker. We krijgen straks in het net overall kleine opwekeenheden. Dit heeft gevolgen voor de bestuurbaarheid en de controleerbaarheid van het net.

Anderzijds blijft er de hang naar schaalvergroting en nieuwe technologieën: ABB en Siemens leveren bijvoorbeeld gelijkstroomconcepten op middenspanningsniveau. Hiervoor is allerlei intelligentie nodig om het bestuurbaar, beheersbaar en controleerbaar te maken. Uiteindelijk leidt dit alles tot een hybride net

21.



Het EnergyWeb (Bron EPRI) bevat allerlei traditionele en nieuwe technieken:

- Vermogenslektronica
- Opslagsystemen
- Vliegwielen
- Brandstofcellen
- Windenergie

22

Vermogenselektronica

- cos phi verbeteren
- loadflow dynamisch beïnvloeden - FACTS
- spanningskwaliteit verbeteren - Custom Power en actieve filtering
- flexibel netwerken - snel omschakelen
- omzetten DC/AC v.v. - MVDC

T&D Power

KEMA

Het onderdeel vermogenselektronica wil ik iets nader belichten.

Vermogenselektronica is een oplossing voor allerlei aspecten die nu nog als nadelig worden ervaren bij windturbines.

23

PQ Conditioners, MVDC en FACTS

- DVR
- STATCOM
- UPFC
- SSSC
- SSTS
- Actief filter
- MVDC
-



- Apparaten zijn te koop! (2 - 150 MVA)

T&D Power

KEMA

24

Actuele toepassingen van PQ conditioners

- gevoelige klant
- vervuilende klant
- "moeilijke" netkoppeling
- netinpassing decentrale opwekking
- klanteninstallaties

T&D Power

KEMA

Een actuele toepassing van conditioners is om gevoelige klanten te beschermen of vervuilende klanten wat minder vervuilend maken. Op veel plaatsen en in toenemende mate wordt vermogenselektronica toegepast in de elektriciteitsnetten.

25.

**Toekomstige aspecten van WT in netten
(Met moderne vermogenselektronica)**

Traditionele Problemen en Oplossingen

- Spanningsopdriving
- Blindvermogensvraag, $\cos \phi$
- Spanningsfluctuaties, flikker
- Harmonische vervorming
- Bijdrage kortsluitvermogen

(Extra) functionaliteiten:

- $\cos \phi$ regulering
- loadflow beïnvloeden
- spanningskwaliteit verbeteren, actieve filtering
- snel omschakelen - reguleerbare kortsluitvermogen
- omzetten DC/AC v.v.



T&D Power

Terugkomend op windturbines en netkwaliteit: de traditionele problemen en oplossingen zijn bekend en die kunnen we beheersen met o.a. meer vermogenselektronica.

Maar we kunnen ook extra functionaliteit toevoegen.

26.

Moderne windturbines in moderne netten

Van
een soms problematisch in te passen zelfopwekker

via
een gemakkelijker in te passen decentrale opwekker

naar
een waardevolle hulp bij de bedrijfsvoering van het net
?



T&D Power

Het gaat er bij toekomstige toepassingen van windturbines om de toepassing in het net beter te beheersen, zodat ze als waardevolle decentrale opwekkers kunnen functioneren. Dat lijkt me een mooie toekomstvisie voor windturbinesystemen.

27.

Bedankt voor uw aandacht

Johan Knijp
KEMA T&D Power
Postbus 9035
6800 ET ARNHEM
tel. 026 - 3 56 24 23
fax. 026 - 3 51 36 83
email: j.knijp@kema.nl



T&D Power

8. CIWI CERTIFICATIE

Door Wim Stam, CIWI HOLLAND

Op 9 november 1999 ging er een “schok” door de Nederlandse energiewereld toen ECN en KEMA besloten te stoppen met de gezamenlijke certificatieactiviteiten voor windturbines. Op termijn wordt de Stichting CIWI Holland opgeheven.

Wat is CIWI Holland?

CIWI Holland is een door ECN en KEMA in 1991 opgerichte stichting, waarin het certificatiewerk voor windturbines werd gebundeld om daarmee een goed certificatieproduct op de markt te brengen. In 1992 werd dit erkend door de Raad van Accreditatie.

Op het werk van CIWI wordt toegezien door een certificatiebegeleidingscommissie (CBC) en het inhoudelijke werk wordt door CIWI Holland uitbesteed aan ECN en KEMA. ECN neemt de inhoudelijke technische kennis van het ontwerp en de tests voor zijn rekening, terwijl KEMA zich toelegt op kwaliteitscontroles en inspecties.

De acceptatieverklaring

De eerste sporen van certificatiewerk ontstonden in het begin van de jaren '80 en hadden te maken met het ECN-testveld in Petten. Het ECN gaf namelijk een acceptatieverklaring uit voor het testveld en dat hield in dat ECN windturbines op veiligheid en geschiktheid beoordeelde. Vervolgens ging er een brief naar de fabrikant om te bevestigen dat de turbine op het testveld kon worden toegelaten. Tot onze verbazing werd die brief een marketing tool voor fabrikanten. Er werd geschermd met deze acceptatieverklaring, terwijl hij daarvoor niet bedoeld was.

Het beperkte kwaliteitscertificaat.

De volgende stap was een beperkt kwaliteitscertificaat, omdat het ministerie van Economische Zaken in 1985 aan ons vroeg of we iets wilden doen met certificatie voor windturbines. Men wilde namelijk in 1986 een integraal programma windenergie (IPW) starten en één van de subsidievoorwaarden was het beschikken over een certificaat.

Als reactie daarop werd door ECN in een als discussiedocument bedoelde brief aangegeven op welke manieren dit zou kunnen gebeuren. Zo'n “beperkt kwaliteitscertificaat” (BKC) zou volgens ons bruikbaar kunnen zijn. Vervolgens stonden in januari van dat jaar de subsidievoorwaarden in de staatscourant met o.a. de eis van dit “beperkte kwaliteitscertificaat” door ECN.

In 1986 ging ECN aan de slag. Er was veel belangstelling voor het certificaat, maar het proces werd gehinderd doordat er (nog) geen markt was voor windturbines en ook de kwaliteit van de aangeboden windturbines liet te wensen over. Eind 1986 waren er 18 fabrikanten die zich bij ECN hadden aangemeld voor certificatie van in totaal 43 types windturbines. Als we dat vergeleken met de huidige situatie voor fabrikanten, dan is er ergens iets mis gegaan. Uiteindelijk werden 19 BKC-certificaten verstrekt.

Omstreeks 1989 ontstond kritiek op deze vorm van certificatie. De belangrijkste oorzaken daarvan waren de volgende. Het certificatiesysteem zelf was onvoldoende gedocumenteerd en bestond in feite alleen maar uit de genoemde brief van ECN aan EZ. Er had geen afstemming plaatsgevonden met belanghebbenden. Ook vond geen kwaliteitscontrole op de productie plaats. Het certificaat bestond uit een eenmalige verklaring op basis van een ontwerpbeoordeling en een paar tests; wat er verder tijdens de productie- en installatiefase gebeurde was niet afgedekt.

Nazorg op het certificaat ontbrak dus en het was niet mogelijk om het certificaat in te trekken. Het was gewoon een eenmalige verklaring. Op dat moment was de NEC88 overigens niet meer actief.

Het typecertificaat

De volgende fase was het Typecertificaat, waarin we nu nog steeds verkeren. Het Typecertificaat is wél op de juiste manier opgebouwd. Het ECN begon in 1989 met het ontwikkelen van een certificatiereglement met als belangrijkste onderdeel de technische eisen (Technische Criteria). ECN en KEMA voerden in die tijd overleg over samenwerking. Het reglement (vastgelegd in een ECN-rapport) is vervolgens zorgvuldig afgestemd met belanghebbenden via de certificatiebeleidscommissie, die inmiddels door ECN was opgericht.

Ook NEC88 ontwaakt weer en neemt langzamerhand het inhoudelijke deel van de normontwikkeling weer over. De overheid – EZ - liet weten een nieuw subsidieprogramma te willen starten en behoefte te hebben aan een echt certificaat om naar te kunnen verwijzen.

In 1991 besloot NEC88 om het eerder genoemde ECN-rapport te accepteren als voorontwerpnorm NEN 6096/2. In de subsidieregeling verwees EZ naar deze voorontwerpnorm. Deze is overigens nooit tot norm verheven en is formeel alleen maar een werkdocument binnen NEC88 geweest. Het werd echter wel door iedereen in Nederland gebruikt als basis voor het ontwerpen en het certificeren van windturbines.

Onlangs is door een uitspraak van de Raad van State duidelijk geworden dat het document inderdaad geen normstatus heeft gekregen, en het NNI dit document niet kan leveren als je erom vraagt.

De eerste twee jaren had CIWI het alleenrecht voor de Typecertificatie; in 1994 werden vervolgens ook DNV en GL erkend. Op dit moment is het zo dat vrijwel alle recent in Nederland geplaatste windturbines zijn gecertificeerd door DNV en GL.

Even terug naar CIWI Holland. Tot nu toe heeft CIWI-Holland 21 type certificaten afgegeven, 5 Gutachtlichen Stellungnahmen en 5 kwaliteitsverklaringen voor zonneboilers. We zijn ook actief in Europese projecten en hebben daarnaast een aantal ad-hoc beoordelingen gedaan. Onze huidige windturbineklanten zijn Lagerwey, Newinco en Turbowinds.

Waarom stopt CIWI-Holland?

De Nederlandse industrie marginaliseert. Alleen Lagerwey is als fabrikant van grotere windturbines over gebleven. Daardoor is het marktaandeel en de omzet van CIWI zo laag geworden dat het niet meer verantwoord is een aparte certificatie-infrastructuur in stand te houden. Er is onderzocht of het marktaandeel vergroot kon worden door te kijken naar andere energievormen of door actiever te opereren in de windenergiemarkt. De daarvoor benodigde investeringen zijn echter te groot en passen niet meer in de huidige programma's van ECN en KEMA.

CIWI gaat dus geleidelijk afbouwen, waarbij we onze contractuele verplichtingen nakomen. We blijven de verstrekte certificaten onderhouden tot het einde van de geldigheidsduur, maar er vindt geen verlenging meer plaats. Onze klanten zijn hierover uitvoerig geïnformeerd. Tot zover CIWI.

Certificatie in de nabije toekomst

Nog enige woorden over normering. In de normcommissie vindt momenteel een discussie plaats over het certificatiewerk. Het feit dat CIWI stopt, betekent niet dat de eis van certificatie wegvalt. In Nederland vinden we dat we turbines moeten plaatsen die voldoen aan een aantal behoorlijke eisen.

Als opvolger van de “NEN6096/2” is momenteel de “NVN 11400/0” van kracht. Dit is evenals de “NEN6096/2”, een combinatie van technische eisen en certificatieprocedures. En verder zijn er nog de certificerende instanties: CIWI, GL en DNV.

In de normcommissie is besloten dat we de technische eisen van NVN instandhouden en we voor de typecertificatie de procedures die in de nieuwe IEC-61400-22 zijn gedefinieerd accepteren. Door toepassing van dit document blijft er minder ruimte over voor de certificerende instanties.

Ten aanzien van de NVN 11400/0 beraadt NEC88 zich nog over de consequenties. Worden het twee documenten of wordt het een bundel?

Tot slot

Tot slot nog iets over een probleem dat binnenkort ontstaat door een aan het eind van dit jaar of begin volgend jaar te publiceren Algemene Maatregel van Bestuur (AmvB) voor windturbines. Daarin worden certificaten vereist voor vergunningverlening en dat was tot nu toe niet het geval. Deze eis gaat ook gelden voor prototypes, waardoor het verkrijgen van een vergunning daarvoor erg moeilijk wordt. Nederland kent namelijk uitsluitend een typecertificaat dat pas wordt verstrekt als er een werkend exemplaar (meestal een geïnstalleerd prototype) voor testdoeleinden beschikbaar is.

Een mogelijke oplossing is, om naast het typecertificaat ook een prototypecertificaat te definiëren. De normcommissie is daar op dit moment mee bezig. Het prototypecertificaat kan worden verstrekt voorafgaande aan de plaatsing van de turbine. Het bestaat in hoofdlijnen uit een ontwerpbeoordeling, afgestemd op het karakter van het prototype, alsmede de verplichting om na installatie bepaalde inspecties, testen en monitoring te laten plaatsvinden door de certificerende instantie. Dit waarborgt dat het exemplaar op die plaats veilig functioneert.

Vragen/opmerkingen

Volgens *Ben Jeroense* is het niet zo dat de vergunningverlening moeilijker wordt door de AmvB, maar wordt het mogelijk milieuvergunningen te weigeren als er niet aan bepaalde voorwaarden worden voldaan.

9. ONTWERPCRITERIA VOOR OFFSHORE WINDTURBINES

Door Ben Hendriks, ECN

Er is vandaag al opgemerkt dat het uitgangspunt bij de normontwikkeling consensus is. Doordat je pas kunt normeren als er praktijk is, lopen normen eigenlijk achter de praktijk aan. Bij offshore is dat iets minder het geval. Op dit moment wordt er gewerkt aan ontwerpcriteria voor offshore turbines, ook al staan er nog nergens molens echt in de zee. De norm richt zich met name op Noordzee-toepassingen. Ondanks het feit dat er nog geen parken zijn, met Blythe Harbour als kleine uitzondering, wordt toch gestart met de ontwikkeling van een norm.

De inhoud van de presentatie:

Het EU-project is ondersteunend aan het IEC-werk, ik kom daar later op terug.

INHOUD VAN PRESENTATIE

- Inleiding
- IEC werkgroep
- samenhangend EU project
- NEC88 schaduw werkgroep
- tijd voor vragen



Waarom is een offshore norm noodzakelijk?

INLEIDING

Waarom is een offshore norm noodzakelijk?

Algemeen nut van standaardisatie:

- vrije marktwerking (implementatie)
- investeringen/verzekering
- veiligheid (overheid, publieke opinie)
- eenduidige criteria (fabrikanten)



Specifieker is de norm noodzakelijk, omdat er ambitieuze plannen zijn om offshore windenergie te ontwikkelen. Zo rechtvaardigen volgens de EWEA de huidige groeicijfers bijgestelde targets van 150 GW geïnstalleerd wind energievermogen, waarvan 50 GW offshore voor het jaar 2020. Daarnaast is er een technische noodzaak. De huidige veiligheidsnorm is grotendeels toepasbaar voor offshore, maar dekt niet alles af.

Drie redenen waarom dat nu niet het geval is: de externe condities zijn anders: golven, de windcondities en de correlatie tussen beide gegevens. Denk verder aan de invloed van zout op machinecomponenten of ijsbelasting op de fundatie.

De ontwerpbelastingsgevallen hangen ten dele samen met de andere externe condities, maar hangen ook af van zaken als transport en installatie.

De berekeningsmethoden hangen hier uiteraard mee samen: bij verschillende externe condities moet je verschillende berekeningmethoden toepassen. Dat geldt specifiek voor de fundatiebelastingen.

IEC TC88 WG3 Algemeen

Voor dit alles is een IEC werkgroep opgericht onder vlag van TC88 en met de volgende titel en de volgende planning:

IEC WERKGROEP	
IEC TC88 WG3 algemeen	
<i>titel</i>	
Design requirements for offshore wind turbines	
<i>tijdplanning</i>	
WD	Juni 2001
CD	Juni 2002
CDV	December 2002
FDIS	December 2003
IS	Juni 2004
	

De oprichting van de werkgroep heeft veel voeten in de aarde gehad en er is veel gesproken over de noodzaak en de realiseerbaarheid van de norm. In de stemmingsronde is uiteindelijk met grote meerderheid gekozen voor de werkgroep, waarbij de tegenstemmers Denemarken en Amerika waren.

IEC TC88 WG3: participanten

- *Kennisinstituten
- *Universiteiten
- *Ingenieurbureaus
- *Fabrikanten
- *Certificerende instanties

Daarnaast is er offshore inbreng:

- *Norwegian University of Science and Technology
- *TUDelft (Jan Vugts)
- *Indirect via GL en DNV
- *Indirect via consultatie

De ontwerprichtlijn richt zich op de volgende zaken:

IEC WERKGROEP

IEC TC88 WG3 scope

Ontwerprijtlijnen gericht op veiligheid van het systeem en van de componenten, inclusief de ondersteuningsconstructie.

De norm (IEC 61400-3) zal

- alleen aspecten behandelen relevant voor offshore,
- en zal voor alle generieke richtlijnen terugvallen op de onshore norm (IEC 61400-1).



IEC TC88 WG3 Scope

De grens is gekozen tot en met de fundatie.

In relatie tot het eerder genoemde onderwerp van bliksem: dit wordt niet expliciet meegenomen in de norm, omdat daarvoor 61400-24 bestaat en in principe is die norm ook voor offshore turbines van toepassing. Er wordt wel apart aandacht besteed aan bliksem, omdat offshore turbines groot zijn en daarmee een grotere kans op inslag hebben. Er wordt gedacht aan aanvullende voorschriften voor het regel- en beveiligingssysteem, omdat dit een expliciet onderdeel is van de structurele veiligheid. Bij lagere kom je in het grensgebied van het bereik van de norm: behoort het tot de structurele veiligheid of gaat het om efficiënt energie produceren en de beloofde 95% beschikbaarheid halen. Daarvoor is de norm echter niet bedoeld.

Als een turbine op zee wordt geplaatst, moet de fabrikant de landnorm opzij zetten en de toekomstige zeenorrm gebruiken en zijn ontwerp daarop toetsen? Ja en nee. Nee, in de zin dat hij de landnorm gewoon kan blijven toepassen. De offshore-norm is een aanvulling op deze landnorm. Er is goede afstemming nodig met het Maintenance Team 1, dat de revisie van de huidige landnorm verzorgt. Wil de offshore-norm zich baseren op de onder revisie zijnde landnorm, dan moeten beide groepen samen opgaan.

Afstemming met MT1

IEC WERKGROEP

Afstemming met MT1

Vanwege de samenhang met het onshore document dat nu door IEC TC88 MT1 wordt gereviseerd:

- afstemming van vergaderingen
- deels gelijke participanten
- convenors nemen deel in elkaars vergaderingen



Een voorbeeld ter toelichting.

IEC WERKGROEP

Afstemming met MT1, een voorbeeld

MT1 herzielt de windmodellering; dient de specifieke offshore turbulentie in het -1 of het -3 document opgenomen te worden?



Andere bestaande normen

Naast de verwijzing naar de onshore-norm voor windturbines, gaan we ook gebruik maken van bestaande normen in het offshoregebied, deels via verwijzingen en deels via overname of herformulering van teksten. De werkgroep is zich goed bewust van het feit dat offshore geen nieuw gebied is. Wel voor windturbinetechnologie, maar zeker niet op het gebied van normen.

Werkplan van IEC TC88 WG3

De navolgende sheet geeft aan welke onderwerpen met hoge prioriteit worden behandeld, waarbij hoge prioriteit niet wil zeggen dat ze belangrijker zijn dan andere onderwerpen, maar wel dat ze in het tijdschema kritiek zijn.

IEC WERKGROEP

IEC TC88 WG3 werkplan

Onderwerpen met hoge prioriteit

- Externe condities
- ontwerpbelastingsgevallen
- rekenmethoden
- structureel ontwerp



Wat betreft het structureel ontwerp: ook op land is dit een onderwerp en het wordt door de huidige IEC-normen niet afgedekt in de zin van materiaaleigenschappen en componenten. Wel de structurele belasting.

Geen volledig overzicht, maar ter toelichting enkele van de te beantwoorden vragen:

IEC WERKGROEP

IEC TC88 WG3 werkplan

Enkele van de te beantwoorden vragen:

- golfklassen, analoog aan de windklassen?
- Hoe is met een beperkte rekeninspanning de belasting op ondersteuningsconstructie te berekenen?



Is het bijvoorbeeld wenselijk om golfklassen te hebben? Dit betekent dat je een molen uitrekt voor een combinatie van een wind/golfklasse. Als dat eenmaal gedaan is, kun je op een aantal plekken de veiligheid aantonen. De wenselijkheid is duidelijk, maar de haalbaarheid een vraag. Ook over de wenselijkheid kan verschillend worden gedacht. Offshore verschilt van onshore, omdat het vaak gaat om grote parken. Daarbij gaat het om grote investeringen en is het een kleine moeite om om site specifiek de veiligheid van een ontwerp te toetsen.

In het werkplan van de werkgroep komen ook aspecten aan de orde met een lagere prioriteit:

- *Regel- en beveiligingssysteem;
- *Mechanische componenten;
- *Elektrische componenten Site assessment;
- *Montage, installatie en oprichting;
- *Commissionering, bedrijf en onderhoud.

Dit laatste is op zee natuurlijk heel anders dan op land en daaraan is in de onshore-norm weinig aandacht besteed, behalve de noodaccu's die op een week worden genormeerd. Op zee heeft het punt van onderhoud meer aandacht nodig.

Samenhangend EU-project

Veel onderwerpen en vragen. Vanuit IEC is voor dit alles geen financiering en je ziet dat participanten soms een lage prioriteit aan dit werk geven. Om dat probleem op te lossen, heeft Riso een voorstel bij de EU ingediend: RECOFF.

IEC WERKGROEP

RECOFF

Ondersteunend onderzoek in een EU-project RECOFF:
Recommendations for design of offshore wind turbines

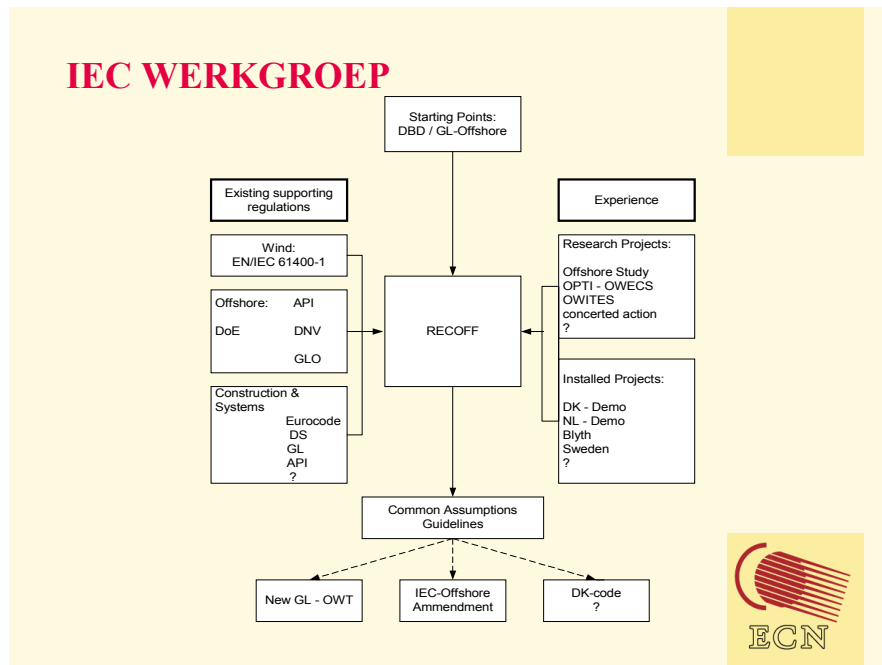
Partners: Riso, GL, GH, CRES en ECN

Qua onderwerpen een zeer grote overlap met de IEC TC88 werkgroep



Wat betreft onderwerpen is er een grote overlap met de IEC TC88 werkgroep. Ik heb net de vier gebieden genoemd waaraan een hoge prioriteit wordt gegeven. Die gebieden zijn 1 op 1 terug te vinden in dit het RECOF-voorstel.

In de volgende sheet is de samenhang aangegeven.



Uit het project moeten drie ontwerprichtlijnen komen. Er zijn drie gebieden waaruit invoer betrokken wordt: de bestaande richtlijnen op windgebied, offshore- en constructiegebied.

Startpunten zijn de DBD (de Deense regels, die gebruikt worden bij tenderprocedures) en de GL Offshore. Dit wil zeggen Germanische Lloyd Offshore Rules and Regulations. Een samenvoeging van bestaande windregels met offshorekennis. Vijf jaar geleden gepubliceerd en GL erkent dat dit niet meer de behoefte afdekt. De opsteller van de DB is nu ook de Convenor van dat Europese voorstel. Dit alles moet leiden tot richtlijnen, die ingebracht worden in het IEC-werk.

NEC88 Reflectiegroep

De NEC88 reflectiegroep wil een schaduwgroep in Nederland vormen, die zich met hetzelfde onderwerp bezighoudt en enerzijds de informatiestroom naar IEC coördineert en anderzijds de informatiestroom hier in Nederland verspreidt.

Vragen/opmerkingen

Luc Rademakers: de titel “Design requirements” wekt de schijn dat het ontwerpeisen zijn. Gaat het niet eigenlijk om minimale veiligheidseisen, is dat niet een betere insteek?

Ben Hendriks: het gaat om design requirements gericht op safety. Hij had zelf liever het woord structural safety in de norm gehad. Gedeeltelijk wil men design requirements opstellen en ook wil men rekenwijzen voorschrijven.

Aad van der Giessen zegt dat zonder deze naam dit punt nooit was losgekomen van de IEC 61400-1 (de veiligheidsnorm).

Frans van Hulle vraagt of in de toekomst turbines getoetst moeten worden aan 3 en aan 1? Ja, als je aan 3 wilt voldoen, moet je automatisch ook aan 1 voldoen. Het 3-document is een aanvulling op het 1-document voor onshore.

Luc Rademakers merkt op dat hij zag dat er ook rekenmethodieken worden gestandaardiseerd. Hij refereert aan de problemen hiermee in het verleden en de eventueel remmende werking op vernieuwingen.

Ben Hendriks: men wil de rekenmethodiek erin hebben omwille van uniformiteit, waarbij deze tevoren wel geëvalueerd moet zijn. Er zijn twee manieren om rekenvoorschriften in te brengen: normatief of informatief. Dat is in de huidige landnorm ook het geval (informatieve annexen). Dat er nu geen rekenwijze is voorgeschreven, ervaart men als een tekort.

Vraag: In hoeverre wordt de norm specifiek Noordzee? Dat is niet het geval, aldus *Ben Hendriks*. De norm heeft als toepassingsgebied elke plek waar hydrodynamische belastingen van invloed zijn op het ontwerp en dat betekent dus ook toepassing in de Baltische Zee en bijvoorbeeld de Schotse kust.

Begrenzungen wil men niet op voorhand uitsluiten. Als tijdens het proces blijkt dat de voorschriften een beperkte toepasbaarheid hebben, dan wordt dat toegevoegd aan de scope. Er is een discussie geweest of drijvend offshore wel of niet uitgesloten moet worden. Het resultaat is dat dit niet op voorhand wordt uitgesloten, maar wel als later blijkt dat het goed toepasbaar is voor die applicatie.

Frans van Hulle vraagt of er in de norm wordt gesproken over op drift geraakte containers en schepen? *Ben Hendriks*: Daarover wordt inderdaad gediscussieerd. Er is in elk geval aandacht voor de onderhoudsschepen zelf, drifters zijn een lastiger onderwerp. Als een mammoettanker op drift raakt, ben je waarschijnlijk blij als de turbine het begeeft en niet het schip. Het is inderdaad een complex onderwerp. Wat betreft de limitering moet er niet te veel voorgeschreven worden. Afhankelijke van specifieke omstandigheden, nationale regels en economische evaluatie hangt af wat er geregeld wordt op dat gebied.

De heer Van de Borch tot Verwolde zegt dat geen enkele financier erin zal willen stappen zonder certificering. *Ben Hendriks* erkent dat de normontwikkeling voor de huidige tender-procedures weinig betekent, maar normaal ligt normering nog veel meer achter. Men kan echter wel bij instituten als ECN vragen om een technische evaluatie van het project.

Geconcludeerd wordt dat het gebied van risico's en veiligheid nog lang niet compleet wordt beheerst. Ook vanuit de scheepvaartwereld wordt studie gemaakt van het milieueffect als een schip door een veld heen vaart. Er zijn signalen dat de overheid met regels daarvoor komt.

Vraag: gaat de norm zich ook bezighouden met klassenverdeling, met site calibratie en dat soort zaken. "Ja" ten aanzien van golfklassen, ijsklassen, getijdenklassen. Of het haalbaar is om tot een classificatie te komen, is de vraag.

Frans van Hulle mist de exploitanten in de lijst van participanten: elektriciteitsbedrijven bijvoorbeeld. *Ben Hendriks*: Elsam is geen participant, maar de medeopsteller van de Deense norm neemt wel deel aan de groep en heeft indertijd de Deense eisen opgesteld.

De dagvoorzitter zegt dat iedereen die in de schaduwgroep vertegenwoordigd wil worden, zich bij zijn vertegenwoordiger binnen NEC88 kan melden. Het kan ook gemeld worden aan Leo Machielse. Voor ons in Nederland is het belangrijk de diverse partijen te verzamelen om op die manier alle aspecten te belichten. De deelnemers in de werkgroep moeten worden ondersteund.

10. DISCUSSIE

Een eerste discussiepunt is dat bliksembescherming bij offshore-situaties nog niet ingevuld kan worden en het de vraag is waar dit punt wordt ondergebracht: bij offshore of bij bliksem.

Ben Hendriks is van mening dat het gaat om structurele veiligheid en dat dit onderwerp meegenomen moet worden bij de eisen rond het regel- en veiligheidssysteem. Hij denkt dat de huidige onshore-documenten gaan verwijzen naar bliksem en dat bijvoorbeeld de veiligheidsklassen opgenomen worden in de diverse IEC-normen.

De *heer Goezinne* wijst op reeds bestaande hoge constructies zoals zendmasten en wolkenkrabbers. Hij kan zich niet voorstellen dat daaruit geen gegevens te herleiden zijn.

Servaas Ramakers: de nu bekende informatie is afkomstig van mensen, die met dergelijke installaties ervaring hebben. O.a. de eerder genoemde beveiligingsklassen zijn op deze gegevens gebaseerd. *Ben Hendriks* vult aan dat bij hogere constructies zij-inslagen de beperkende factor worden.

Frans van Hulle vraagt of –gelet op het verdwijnen van CIWI- GL en DNV niet in de normencommissie moeten worden opgenomen?

Volgens *Wim Stam* is dit wellicht mogelijk en handig, maar het is niet per se noodzakelijk.

Ben Hendriks: het merendeel van de NEC88 certificaties gebeurt al door GL en DNV en in die zin is de verandering marginaal.

11. AFSLUITING WORKSHOP

De dagvoorzitter bedankt de inleiders voor hun presentaties en de deelnemers voor hun belangstelling en bijdragen aan de discussie. Het is duidelijk dat er nog veel te doen is en dat offshore een steeds belangrijker onderwerp wordt. De mensen uit het veld, spelen een belangrijke rol bij het aangeven van wat wel en niet nuttig is om in de normen op te nemen.

12. LIJST VAN AFKORTINGEN

BKC:	Beperkt Kwaliteitscertificaat
BTTF:	Bureau Technique Task Force
CAB:	Conformity Assessment Board
CBC:	Certificatie Begeleidingscommissie
CD:	Committee Draft
CENELEC:	Comité Européen de Normalisation Électronique
CDV:	Committee Draft for Voting
DESPOT:	Declaration of Sound Power Level and Tonality
EN:	Europese Norm
EWTC:	European Wind Turbine Certification
FDIS:	Final Draft International Standard
IEC:	International Electrotechnical Committee
ISO:	International Standards Organisation
NEC:	Nederlands Electrotechnisch Comité
NEN:	Nederlands Electrotechnische Norm
NVN:	Nederlandse Voornorm
NWP:	New Work Item Proposal
MEASNET:	Measurement Network
PQ:	Power Quality
PrEM:	Priliminary EN
RECOFF:	Recommendations for Design of Offshore Wind Turbines
TC:	Technical Committee
WD:	Working Draft

13. BIJLAGEN

Bijlage 1.

Programma Workshop Normontwikkeling windturbines: harmonisatie en differentiatie, 1 december 2000

Mogelijk gemaakt door: ECN-Windenergie en NOVEM (Nederlandse onderneming voor energie en milieu bv).

Plaats: Meeting Plaza Maarssen, Planetenbaan 100, Maarssenbroek, tel.0346-599600

Dagvoorzitter: K.Schuring (NEC88)

Organisatie: Leo Machielse (ECN-Windenergie) en Lucia Bakker (Buro NETwerk v.o.f.)

09.00 uur	Ontvangst met koffie/thee
09.15 uur	Opening door Leo Machielse, ECN
09.20 uur	Inleiding door Klaas Schuring, NEC88
09.30 uur	Overzicht nationale en internationale normontwikkeling door Frans Van Hulle, ECN
10.00 uur	Bronsterkte en tonaliteit van windturbines door Toine Curvers, ECN
10.30 uur	Bliksembescherming van turbines en -systemen door Servaas Ramakers, ECN
11.00 uur	Koffiepauze
11.30 uur	Power Performance metingen door Toine Curvers, ECN
12.00 uur	Windenergie en Netkwaliteit door Johan Knijp, KEMA
12.30 uur	Lunch
13.30 uur	CIWI Certificatie door Wim Stam, CIWI
14.00 uur	Normontwikkeling voor offshore wind turbines door Ben Hendriks, ECN
14.30 uur	Discussie
15.30 uur	Afsluiting workshop

Bijlage 2: Lijst van deelnemers

Naam	Organisatie
Bakker Lucia	Buro NETwerk v.o.f.
Berg R. van den	LM Glasfiber Holland BV
Bierbooms W.A.A.M.	TU-Delft, Institute for Wind Energy
Boerstra G.K.	Aerpac BV
Borch tot Verwolde R.A.D. van de	PROFIN Sustainable Energy Solutions
Bulder B.H.	ECN-Zon & Wind
Bussel Dr. G.J.W. van	TU-Delft, Institute for Wind Energy
Coolen E.H.P.A.J.	Vestas-Nederland Windtechnologie B.V.
Curvers A.P.W.M.	ECN Windenergie
Damstra M.G.	ABN-AMRO Participaties
Doorn H.A. van	E-Connection
Duijvendijk M. van	Mecal Applied Mechanics BV
Egmond J. van	Quality in Wind
Enslin J.	KEMA T&D Power
Feen Ing. E.J. van der	Nederlands Normalisatie Instituut
Giessen A.C. van der	Vereniging FME
Goezinne F.	NEG Micon Holland
Gremberghe C. van	N.V. Delta Nutsbedrijven
Groot J. de	N.V. Delta Nutsbedrijven
Hartogh T. den	Van Hattum & Blankevoort
Heijdra Ir.J.J.	ECN-Windenergie
Hendriks B.	ECN Windenergie
Hulle F. van	ECN Windenergie
Jeroense B.F.	Projectbureau Duurzame Energie
Knijp J.	KEMA T&D Power
Kuik Prof.dr.ir. G.A.M.	TU-Delft, Institute for Wind Energy
Langenbach J.	Wind Service Holland
Machielse L.	ECN Windenergie
Molenaar W.	Ballast Nedam Engineering

Naam	Organisatie
Noord G. de	Preavinio Technische Verzekeringen
Pols L. van der	ABB BV
Rademakers L.	ECN Windenergie
Ramakers S.	ECN Windenergie
Schuring K.J.	Vereniging FME en NEC88
Soullie P.P.	ECN Windenergie
Stam W.J.	ECN Windenergie
Thijs H.H.	ABN-AMRO Participaties
Versteegh C.	GARRADHASSAN
Vugts Prof.dr.ir.J.H.	TU-Delft, Offshore Technology
Witteveen J.	Vestas-Nederland Windtechnologie B.V.

Bijlage 3: Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines

0. Introduction

Information on the sound power level and tonality of wind turbines is needed by planners, manufacturers and authorities. At present wind turbine noise specifications tend to be based on measurement results from a single turbine of a particular make and model and these are then taken to be representative of these turbines as a whole. Clearly this is unlikely to be the case, as there will be individual variation between different turbines. The intention of this document is to determine declared noise emission values from a sample of turbines of the same type. The declaration will increase the reliability of wind farm planning and shall facilitate the comparison of sound power levels and tonality values of different types of wind turbines.

1. Scope

of a batch of wind turbines at the acoustic reference wind speed as defined in IEC 61400-11. When necessary the procedure can be used for declaration of sound power level and tonality at other wind speeds.

The measurement procedure for sound power level is defined in IEC 61400-11,1998: Acoustic Noise Measurement Techniques. The tonal assessment procedure in that document does not give consistent results. This is stated in the Introduction of the standard: 'The consistency of results using the method for measurement of tonality will be assessed, and future revision will address any identified shortcomings.' The revised tonal assessment procedure (General Outline, see Annex I) should be used for declaration of tonality.

This document gives guidelines for declaring the apparent sound power level and tonality

2. References

13.1 IEC61400-11,1998: Acoustic Noise Measurement Techniques

13.1.1 ISO 7574/1, 1995: Statistical methods for determining and verifying stated noise emission values of machinery and equipment.

ISO 4871, 1996: Acoustics- Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment

3. Definitions

3.1 The *standard deviation of reproducibility* σ_R is the standard deviation of noise emission values obtained under reproducibility conditions, i.e. the repeated application of the same noise emission measurement method on the same wind turbine at different times and under different conditions (different wind directions, different personnel, different apparatus).

3.2 The *standard deviation of production* σ_P is the standard deviation of measured noise emission values obtained at different turbines from a batch, using the same noise emission measurement method under repeatability conditions (same operators, same apparatus).

3.3 The **total standard deviation** σ_t is defined as:

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma_p^2 + \sigma_R^2}$$

3.4 Wind turbines of the same make and model with identical specifications constitute **a batch**. A batch is characterised by the same declared sound power level and tonality. Since slight changes in the turbine design affect the sound power level and the tonality, annex III contains information on the influence of turbine parameters on measured acoustic characteristics.

4. General

In ISO 4871 and ISO 7574 general procedures for declaration and verification of acoustic noise emitted by machinery and equipment are described. For batches the declaration and verification procedure is based on the assumption that the standard deviation of production of the type is known from measurements.

The declaration procedure specified here differs from the ISO procedure and allows declaration based on a minimum of three measurements. In case results of three measurements are not yet available, guidelines for determining an interim declared value of the sound power level is given in Annex II.

5. Declaration of Sound Power Level for a Wind Turbine

The apparent sound power level according to IEC 61400-11,1998 shall be declared.

The declared sound power level for a wind turbine can be determined from n measurement results $\{L_i\}_{i=1,...,n}$ obtained by performing one measurement at each of n individual turbines of the same type.

The n measurements result in a mean value $\bar{L}_w$ and a standard deviation s defined as follows

$$\bar{L}_w = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L}_w)^2}$$

The standard deviation of production σ_p can be estimated from:

$$\sqrt{s^2 - \sigma_R^2} \leq \sigma_p \leq s$$

An estimate of the standard deviation of reproducibility σ_R is 0.9 dB, see typical uncertainties given in Annex D of the IEC 61400-11 standard. As long as only limited data on the real

standard deviation of reproducibility is available and as for some cases very small values of σ_R were found it is recommended to set $\sigma_P = s$.

The standard deviation σ used for the declaration (including the standard deviation σ_R and σ_P from the n existing measurements and the standard deviation σ_R and σ_P of a verification measurement) is then determined by:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n}(\sigma_R^2 + \sigma_P^2) + (\sigma_R^2 + \sigma_P^2)} = \sqrt{\frac{1+n}{n}(\sigma_R^2 + \sigma_P^2)}$$

with $\sigma_R = 0.9$ dB and $\sigma_P = s$

The declared sound power level is calculated from

$$L_{WD} = \bar{L}_w + K = \bar{L}_w + 1.645 \sigma$$

The sound power level should be declared by dual-number noise emission values reporting both $\bar{L}_w$ and K . K represents a certain confidence level and $K=1.645 \sigma$ reflects a probability of 5% that a sound power level measurement result made according to IEC 61400-11 performed at a turbine of the batch exceeds the declared value.

6. Declaration of Tonality Values of Wind Turbines

Declaration of tonality shall be performed in the same way as for the sound power level. At present, very limited data is available to determine the standard deviation of reproducibility for tonality.

The declared tonality is calculated from

$$\Delta L_D = \Delta \bar{L} + K_{\Delta L}$$

with $\Delta \bar{L}$ as the mean value of the tonality of n turbines and

$$K_{\Delta L} = 1.645 \sigma = 1.645 \sqrt{\frac{1+n}{n}} s^2$$

where s is the measured standard deviation of the tonality of n turbines, assuming that in this case $\sqrt{s^2 - \sigma_R^2} = \sigma_P$.

The tonality should be declared by dual-number noise emission values reporting both $\Delta \bar{L}$ and $K_{\Delta L}$. $K_{\Delta L}$ represents a certain confidence level and $K_{\Delta L}=1.645 \sigma$ equals a probability of 5% that a

tonality assessment result made according to IEC 61400-11 on a turbine of the batch exceeds the declared value.

7. Information to be reported

All the individual measurement reports shall be an annex to the declaration report.
Further information to be reported:

Wind turbine details:

- Turbine manufacturer
- Model number/name
- Rated power
- Hub height
- Rotor diameter

Declaration results:

Sound power level results

- The individually measured sound power levels $\{L_i\}_{i=1, \dots, n}$
- The mean of the measured sound power levels $\bar{L}_w$
- The sample standard deviation of the sound power levels, s
- $\sigma_p, \sigma_R, \sigma$
- K
- Declared value, L_{WD}

Tonality results:

For all measurements the tonality and the tonal frequency(ies).

In case that the same tone was present in all measurements additionally:

- Mean value of the tonality, $\Delta \bar{L}$
- Standard deviation of the tonality, s
- $K_{\Delta L}$
- The declared tonality, ΔL_D

Annex I

Tonal Assessment Procedure

The assessment procedure is outlined below. The complete procedure will be available in the revised IEC 61400-11.

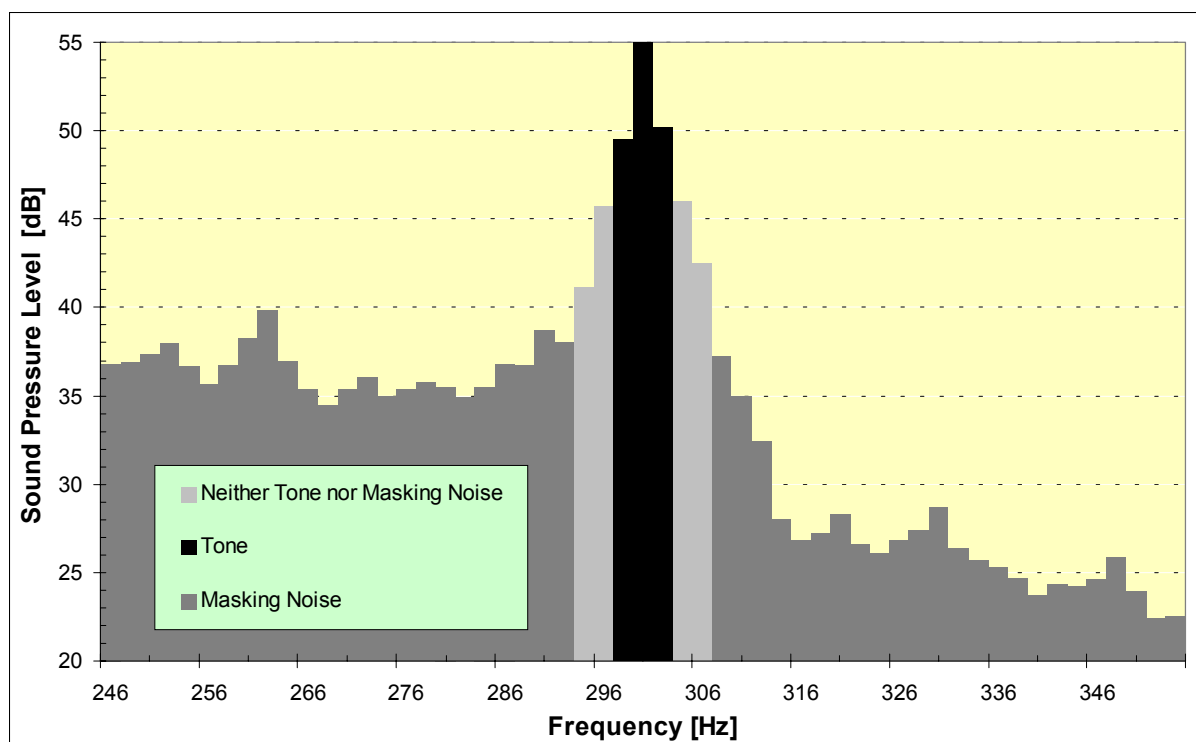
The presence of tones in the noise at different wind speeds shall be determined on the basis of a narrow band frequency analysis as follows:

- The sound pressure level L_{pt} of the tone shall be determined
- The sound pressure level of the masking noise L_{pn} in a critical band around the tone shall be determined
- The tonality ΔL_{tn} , the difference between the sound pressure level of the tone and the masking noise level shall be found

The tonal analysis shall cover the same wind speed range as the sound power level measurement. For each wind speed bin, the two one-minute periods with wind speeds closest to the integer wind speed value shall be analysed.

The narrow band frequency spectrum for the whole two-minutes period shall be determined. Then the two one-minute recordings shall be divided into twelve ten-second periods, from which twelve narrow band frequency spectra are obtained. From these twelve spectra all lines representing tones shall be identified.

Every spectral line is classified as a) 'tone', b) 'masking', or c) 'neither tone nor masking' as illustrated in the figure below.



Determination of the tone levels $L_{pt,i}$

The sound pressure level of the tone, $L_{pt,i}$ is determined by energy summing all the spectral lines identified as tones from each 12 ten-second spectrum

Determination of the masking noise levels $L_{pn,i}$

The 12 sound pressure levels of the masking noise, $L_{pn,i}$, are defined as follows:

$$L_{pn} = L_{pn,avg} + 10 \lg \left[\frac{\text{critical bandwidth}}{\text{effective noise bandwidth}} \right]$$

Where $L_{pn,avg,i}$ is the energy average of the spectral lines identified as ‘masking’.

Determination of the tonality ΔL_{tn}

The tonality $\Delta L_{tn,i}$ is the difference between the sound pressure level $L_{pt,i}$ and the level $L_{pn,i}$. The $12\Delta L_{tn,i}$ are then energy averaged to one ΔL_{tn} .

Annex II

Interim Declaration Procedure

If the number of measurements n is too small ($n=1$ in the extreme case) to determine the standard deviation s and the standard deviation of production an alternative declaration procedure can be used until a sufficient data base for the type of turbine is available. Instead of the standard deviation based on actual measurement results a reference standard deviation can be used. This reference standard deviation σ_M is considered to be a typical total standard deviation for the family of wind turbines. Only limited data are available at the moment to determine such a reference standard deviation.

A typical standard deviation of reproducibility is 0.9 dB. A typical standard deviation of production is estimated to be 1.2 dB. This indicates a reference standard deviation σ_M of 1.5 dB. In that case the standard deviation σ used for the declaration should be

$$\sigma = \sqrt{\frac{1+n}{n}} 1.5^2 \text{ dB}$$

This would result in values of $K=3.5$ dB for $n=1$ and $K=3$ dB for $n=2$.

Annex III:

Influence of turbine characteristics on the acoustical performance:

- Hub height : The sound power level is correlated to the acoustic reference wind speed and not to the wind speed at hub height. An increase of hub height will increase the sound power level and might have an unpredictable effect on tonality.
- Tip speed: the sound power level is very sensitive to the tip speed ($L_w \sim 50 \dots 60 \log V_{tip}$). An increase in tip speed will cause an increase in sound power level, and may have an influence on aerodynamic tones.
- Pitch setting: Pitch settings affect the fundamental aero-acoustic processes on the blades, which may significantly change the overall sound power level and the tonality.
- Gear box: A major source of mechanical tones is the gear box. Small changes in the design (like ratio's, tooth shape, casing thickness) can have a significant effect on the frequency and level of the tones
- Blades: Changes to the blade geometry such as trailing edge thickness, tip shape, blade surface finish , internal structure, twist distribution, may all cause significant changes to the acoustical performance.
- In addition to the above mentioned items, there are a number of other items, generator, tower type, yaw motors, cooling fans, hydraulic pumps, etc., which may influence the acoustical performance.

	Datum: maart 2001	Rapportnr: ECN-C--01-025	
Titel	Verslag workshop normontwikkeling: harmonisatie en differentiatie 1 december 2000		
Auteur(s)	L.A.H. Machielse (editor)		
Opdrachtgever(s)	Novem BV		
ECN projectnummer	7.4090		
Opdrachtnummer	224.312-9914		
Programma(s)			
Samenvatting Dit rapport bevat het verslag van de workshop "Normontwikkeling: "Harmonisatie en Differentiatie" die op 1 december 2000 werd gehouden in Maarssen. De doelen van de workshop waren: • Het leveren van informatie over de (inter)nationale ontwikkeling van normen voor wind turbines aan gebruikers en leden van normencommissies. • Het leveren van een forum voor discussie en voor meningsvorming over deze ont-wikkelingen. De workshop is bijgewoond door vertegenwoordigers van de Nederlandse fabrikanten, elektriciteits-bedrijven, ingenieursbureaus, overheden, verzekerings- en financieringsmaat-schappijen, onderzoeks-instellingen en de nationale normcommissie, totaal 39 vertegenwoor-digers van 25 bedrijven. Na de presentatie van een overzicht van de internationale normactiviteiten in IEC en CENELEC verband zijn onderstaande actuele onderwerpen behandeld: • de tekortkomingen bij het vaststellen van het brongeluid van een windturbine uit een enkele meting volgens de bestaande norm en de aanbevelingen uit het Europese project DESPOT om tot een betrouwbaardere waarde te komen. • de mogelijke effecten van bliksem op een windturbine, de verschillende beveiligingszones die in de normen voor elektrische apparatuur worden onderscheiden en de beschermende maatregelen die kunnen worden genomen. • de belangrijke rol van de windsnelheidsmeting bij het voorspellen en meten van de prestaties van windturbines zowel solitair opgesteld als in een park of in complex terrein en de mogelijke onzekerheden die voortkomen uit het gebruik van verschillende windsnelheidsmeters. • de eisen voor vermogenskwaliteit van netgekoppelde wind turbines de parameters die de vermogens-kwaliteit beïnvloeden, het meten en beoordelen van de vermogenskwaliteit en de trends die verwacht mogen worden in de veranderende elektriciteitsmarkt en infrastructuur. • de verschillen tussen de ontwerpcriteria voor op land en offshore geplaatste windturbines, de plannen voor de ontwikkeling van internationale normen voor offshore wind turbines en het verband met de activiteiten in het Europese RECOFF project. Verder zijn de achtergronden en consequenties van het stoppen van de CIWI certificatie werkzaamheden toegelicht en de plannen voor de ontwikkeling van offshore normen gepresenteerd.			
Sleutelwoorden Wind turbine, International Standards, IEC, CENELEC, NEC 88, Acoustic noise, Lightning protection, Power performance, Power quality, Offshore, Certification			
Autorisatie	Naam	Paraaf	Datum
Gecontroleerd			
Goedgekeurd	L.A.H. Machielse		
Geautoriseerd	H.J.M. Beurskens		

